p.104 . m. 206 m

m

Phys. g. 304.

R

Physicalische Abhandlungen.

Ein Versuch

zur

Erweiterung der Naturkunde

von

Georg Wilhelm Muncke,

Doctor der Philosophie, und ordentlichem, öffentlich. Professor der Physik und Mathematik.

Giessen,

bey Georg Friedrich Heyer.

1816.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Den

hochverdienten deutschen Physikern:

Herrn Hofrath

Johann Tobias Mayer

und

Herrn Professor

Georg Gottlieb Schmidt

zum

Beweise vorzüglicher Hochachtung

und zur

öffentlichen Anerkennung ihrer Verdienste um die Bearbeitung der untersuchten Gegenstände

gewidmet

vom

Verfasser.

Dans toutes les sciences naturelles sans exception, le raisonnement le plus profond et le plus concluant, est toujours subordonné à l'expérience.

Kramp el. de geom. II.

Vorrede.

Kaum halte ich es für nöthig, den Abhandlungen, welche ich hiermit dem sachverständigen Publicum übergebe, noch einige Worte vorauszuschicken, weil ich mir schmeichle, sowohl die Veranlassung zu den gewählten Untersuchungen, als auch die Art, wie dieselben angestellt wurden, nebst den erhaltenen Resultaten mit hinlänglicher

Deutlichkeit angegeben zu haben. Die Ausführlichkeit der ersten Abhandlung, so speciell auch die untersuchte Aufgabe ist, wird hoffentlich die Leser nicht zurückschrecken, und sie werden sich dann bald von den Gründen überzeugen, welche eine solche Bearbeitung nothwendig machten. Alle literärischen Hülfsmittel, welche mir zu Gebote standen, habe ich so weit zu benutzen gesucht, als mir dieses nützlich schien, um nicht sowohl die verschiedenen fremden Ansichten zu prüfen, als vielmehr durch dieselben bey meinen eigenen Untersuchungen geleitet zu werden. Leider habe ich die den 9ten August 1813 von der Academie zu Rouen gekrönte Abhandlung des Herrn H. Flaugergues aus dem Auszuge im Journ. d. ph. LXXVII.

p. 273. (Extrait d'un mémoire sur le Rapport de la dilatation de l'air avec la chaleur) erst zu spät kennen gelernt, als daſs ich die Menge der darin enthaltenen trefflichen Beobachtungen gleichfalls hätte berücksichtigen, und mit den meinigen vergleichen können. Inzwischen bin ich auch jezt, nachdem ich dieselbe aufmerksam gelesen habe, keinesweges geneigt, von meinen Ansichten im mindesten abzuweichen, oder auch nur eins der aufgestellten Resultate anders zu modificiren.

Daſs ich irgend eine wichtige Bedingung bey den angestellten Versuchen übersehen, oder ihren Einfluſs nicht beachtet haben sollte, kann ich mir nicht vorstellen; aber es würde mir dieses deswegen leid thun, weil dadurch der

Nutzen eben so ausführlicher als mühsamer Berechnungen vereitelt oder wenigstens verringert würde. Den Einfluſs des Oeldunstes habe ich absichtlich nicht mit berechnet, theils weil ich mich bey den Luftpumpen überhaupt eines zu diesem Behuf viele Jahre aufgehobenen reinen Olivenöls bedient habe, wovon ich nicht glaube, daſs aus demselben unter den angegebenen Bedingungen ein expansibeler Dunst entwickelt wird; theils und hauptsächlich aber deswegen, weil die zu den vorzüglichsten Versuchen gebrauchte groſse Luftpumpe völlig gereinigt, und die Ventile bloſs mit etwas Pomade bestrichen waren, bey welcher Behandlung durch dieselbe die stärkste Verdünnung erhalten werden kann.

Eine aus Nebenrücksichsen entsprungene ungünstige Beurtheilung meiner Arbeit kann ich nicht erwarten, und ich werde daher jede nützliche Belehrung mit vielem Danke annehmen, um so mehr, da ich aller damit wohlbestehenden hohen Achtung gegen unsere gröſsten Gelehrten unbeschadet kein Bedenken getragen habe, offen zu erklären, in welchen Ansichten ich mit ihnen, wenn auch nur in Kleinigkeiten, nicht übereinstimme. Sollte ich hoffen dürfen, durch ähnliche Arbeiten zur Erweiterung der Naturwissenschaften etwas beytragen zu können; so werde ich nicht anstehen einige Entwürfe, welche mehr theoretische Untersuchungen enthalten, auszuführen, und in einem zweyten Bande zu vereinigen. Nachträge zur

ersten Abhandlung, d. h. Untersuchungen und Berechnungen der Dichtigkeiten anderer Dunstarten scheinen mir mehr für Zeitschriften geeignet, falls ich dieselben zu unternehmen aufgefordert werden sollte, indem ich mich dabey auf die gegenwärtige vollständige Darstellung in allen Stücken beziehen kann.

Marburg in Hessen, in den Herbstferien 1815.

Der Verfasser.

Erste Abhandlung

über

die Dichtigkeiten des Dunstes

von

Wasser, Alkohol und Schwefeläther.

ersten Abhandlung, d. h. Untersuchungen und Berechnungen der Dichtigkeiten anderer Dunstarten scheinen mir mehr für Zeitschriften geeignet, falls ich dieselben zu unternehmen aufgefordert werden sollte, indem ich mich dabey auf die gegenwärtige vollständige Darstellung in allen Stücken beziehen kann.

Marburg in Hessen, in den Herbstferien 1815.

Der Verfasser.

Erste Abhandlung

über

die Dichtigkeiten des Dunstes

von

Wasser, Alkohol und Schwefeläther.

Einleitung.

Unter den verschiedenen Untersuchungen, wozu das Bestreben, die Gesetze der Natur zu erforschen, seit dem Wiederaufleben der Wissenschaften aufgefordert hat, giebt es wenige, auf welche so anhaltende und eifrige Bemühungen der Physiker verwandt worden sind, als diejenigen, wodurch man die Verdunstung tropfbarer Flüssigkeiten aufzuhellen bemühet war. Der vielen früheren nicht zu gedenken, hat das Publicum vorzüglich die Versuche und Rechnungen der Herrn de Lüc, von Saussüre, Volta, Hube, Zylius, Betancourt, Soldner, Schmidt, Mayer, Dalton, Gay-Lüssac u. a. mit gebührendem Beyfalle aufgenommen; allein so schätzbar auch diese Bemühungen immer bleiben werden, und so bedeutend auch die Wissenschaft durch dieselben erweitert seyn mag, so kann man dennoch keineswegs behaupten, dafs die Untersuchung schon gänzlich erschöpft sey. Zwar sind die Gesetze der Elasticität des wirklich expandirten Dunstes (*), wenigstens von Wasser und

(*) Diesen Sprachgebrauch werde ich beständig beybehalten, dafs ich nämlich die durchsichtige Verbindung des Wärmestoffes mit den tropfbaren Flüssigkeiten Dunst, die undurchsichtige aber Dampf nenne; nach Fischer. Theorie und Critik der Verdunstungslehre Berlin 1810. p. 7. Anm.

Alcohol, im maximo der Dichtigkeiten mit genügender Gewiſsheit aufgefunden, die Dichtigkeit und specifische Elasticität (*) desselben ist zwar für einige Temperaturen mit und ohne genaue Rücksicht auf dieselben durch Rechnung und Versuche bestimmt, allein theils sind die verschiedenen Resultate nicht vollkommen übereinstimmend, theils auch die angestellten Versuche nicht oft genug wiederholt, um die Beobachtungsfehler der Grenze des Verschwindens möglichst nahe zu bringen.

In dieser Ueberzeugung hegte ich schon seit 1808 das Bestreben, diese Frage zum Gegenstande eigener Versuche zu machen, und es schien mir dazu ein ähnlicher Apparat, als derjenige ist, dessen Pictet (**) sich früherhin bediente, am tauglichsten; allein theils andere Geschäfte, theils die 1810 eingetroffene Veränderung meiner Lage hielten mich von der Erfüllung dieses meines Wunsches zurück. So klar ich mir inzwischen das ganze Problem dachte, so waren doch in der Ausführung einige Schwierigkeiten unverkennbar, die erst beseitigt werden muſsten, ehe ich es wagen durfte, die Arbeiten selbst mit gegründeter Hoffnung eines günstigen Erfolgs zu beginnen. Eben diese aber machen es mir zur Pflicht, sowohl über den gebrauchten Apparat, als auch über die ganze Art, wie die Versuche angestellt wurden, nebst allen dabey beobachteten Nebenumständen die genaueste Rechen-

(*) Unter specifischer Elasticität verstehe ich diejenige, welche den Dünsten bey verschiedenen Graden ihrer Dichtigkeit eigenthümlich ist.

(**) S. Versuche über das Feuer a. d. Fr. Tüb. 1790.

schaft abzulegen. Denn wer nach solchen bedeutenden Vorgängern einen noch unbetretenen Weg ausgemittelt zu haben glaubt, ist durchaus verbunden, denselben so deutlich zu bezeichnen, dafs dadurch jede Verirrung sich von selbst offenbart. Hiermit hoffe ich zugleich die Ausführlichkeit sowohl der Erzählung als auch der Rechnungen zu entschuldigen, welche ich nicht abkürzen wollte, damit jeder etwanige Irrthum so viel leichter auffallen mögte, indem alle zu vermeiden selbst der genauesten Vorsicht der Sterblichen nur selten zu gelingen pflegt.

Die Aufgabe besteht eigentlich blofs darin, ein Thermometer, ein Heberbarometer und eine genau bestimmte Quantität tropfbare Flüssigkeit in einen gemessenen Raum zu bringen, und in denselben dann ausgetrocknete Luft in bestimmten Portionen strömen zu lassen; überdies aber noch die Temperatur beliebig zu erhöhen oder zu vermindern. Das Erstere scheint bey einem flüchtigen Ueberblicke keine Schwierigkeit zu haben, denn wie oft mufs man bey gewöhnlichen Experimenten ein Heberbarometer nebst Thermometer unter eine Campane stellen, deren cubischer Inhalt ohne grofse Mühe ausgemittelt werden kann. Allein die lezte Bedingung der Temperaturerhöhung schliefst das gewöhnliche Verfahren gänzlich aus, indem das Fett unter dem Rande der Campanen erweicht wird, und der Luft nicht weiter den Zugang verschliefst. Man mufs daher nothwendig einen Ballon mit einer Fassung wählen, die durch einen Hahn luftdicht verschlossen werden kann. Hierbey aber kommt

es sehr auf Reinheit des Glases, eine paſsliche Form, gute Kühlung und Klarheit desselben, auf accurate Fassung und die vollendetste Arbeit des Hahns an, welcher selbst wochenlang das Vacuum, und noch dazu in verschiedenen Temperaturen erhalten muſs. Wer einer Glashütte nahe ist, und einen geschickten Künstler zur Hand hat, kann diese Bedingungen am vortheilhaftesten und mit Leichtigkeit einrichten, wer sich aber in dieser Lage nicht befindet, der muſs die vielen Schwierigkeiten nur so weit es ihm thunlich ist, zu beseitigen streben.

Unter dem mir zu Gebote stehenden Apparate befand sich ein von Cuthberson aus London erhaltener Ballon mit einem Fuſse und einer messingnen Fassung, welcher wegen der Klarheit des Glases, der regelmäſsigen Form, passenden Gröſse und Leichtigheit von selbst zu Versuchen dieser Art aufzufordern schien; allein der Hals ist enge, und für die gewöhnlichen Schrauben der Cuthbersonschen Luftpumpe gefaſst, die nicht mehr als 4,8 Lin. Durchmesser haben, u. z. den äuſsern Gang der männlichen tief geschnittenen Schraube gerechnet. Durch eine so enge Oefnung ein Heberbarometer zugleich mit einem Thermometer zu bringen, war allerdings ein fast unübersteigliches Hinderniſs, welches ich aber dennoch lieber zu beseitigen übernahm, als daſs ich mich entschlieſsen konnte, den ganzen Ballon zu verwerfen. Das Thermometer machte gar keine Schwierigkeit, indeſs habe ich mehrere zerbrochen, aber jederzeit Sorge getragen, mit einem genau geprüften zu operiren, die Ver-

fertigung der kleinen Heberbarometer dagegen setzte meine Geduld auf eine harte Probe. Wählte ich Röhren von dünnem Glase; so schmolzen sie beym Biegen zusammen, und wenn die Glasdicke stärker war, so machte das Auskochen so viel gröfsere Schwierigkeiten, und nur durch viele Uebung lernte ich diese überwinden. Bald aber zeigte sich ein neues Hindernifs, worauf ich anfangs gar nicht geachtet hatte. Wenn der verschlossene Schenkel des Barometers hinlänglich ausgekocht war, so hing nach einer bekannten Erfahrung das Quecksilber so fest an der Röhre, dafs es ohne gewaltsames Schütteln nicht herabzubringen stand, und wenn dieses im Vacuo geschah, zugleich aber das Quecksilber nicht durch die Biegung reichte, so trennte sich die Säule zuweilen oder zerschlug die dünne Stelle des Glases gerade in der Biegung, wodurch eine langwierige und mühsame Arbeit umsonst verrichtet war. Weil ich aber die vorzüglichste Schwierigkeit glücklich beseitigt hatte; so wollte ich mich durch diese neu hinzugekommene nicht abhalten lassen, und es gelang mir endlich einige Heberbarometer bis durch die Krümmung auszukochen, und für meinen Zweck vollkommen brauchbar einzurichten, wobey ich auch die Vorsicht gebrauchte, ein feines Stäbchen von der äufsern Rinde des Zuckerrohrs (sacch. off.) mit Seide zu umwickeln, und damit den offenen Schenkel bey jedem neuen Versuche zu reinigen, theils um die anhängende Feuchtigkeit wegzunehmen, vorzüglich aber um zu verhüten, dafs nach den Gesetzen der Affinität nicht das Quecksilber im ausgekochten

Schenkel höher stehn mögte, wiewohl ich überzeugt bin, daſs diese Veranlassung zu Beobachtungsfehlern nie ganz vermieden werden kann, indem selbst bey den weitesten Heberbarometern der offene Schenkel eine viel stärker gewölbte Oberfläche zeigt, woraus bey engen Röhren durchaus eine nicht zu berechnende Capillardepression entstehen muſs.

Für diejenigen, welche die erzählten Versuche unter ganz gleichen Bedingungen zu wiederholen geneigt seyn sollten, bemerke ich nur noch, daſs mir das Auskochen der Krümmung so feiner Heberbarometer allezeit besser vermittelst einer Lampe als durch Kohlenfeuer gelungen ist, und daſs man wohl thut, jedes neue Barometer vor dem eigentlichen Gebrauche erst unter einer Campane zu probiren. Wenn ich indeſs alle Umstände wohl erwäge; so scheinen mir doch ein Ballon mit so enger Oefnung und der Gebrauch so feiner Heberbarometer im Ganzen am rathsamsten, weil gröſsere schwerlich im Stande seyn würden, dem nicht selten zum Zersprengen der gleich zu erwähnenden Röhrchen erforderlichen Erschüttern des Ballons zu widerstehen.

Das Problem, eine genau bestimmte Quantität irgend einer Flüssigkeit in den Ballon zu bringen, nachdem derselbe völlig exantlirt war, schien mir immer bey weitem das schwerste zu seyn. Bekanntlich pflegt man bey ähnlichen Versuchen durch die Oefnung des Hahns einige Tropfen der zu untersuchenden Flüssigkeit in den leeren Raum flieſsen zu lassen, wenn man die Wirkungen des Dunstes erforschen will; allein sobald die Quantität genau gemessen und

mit keiner unbestimmten Menge Luft verbunden seyn soll, so ergiebt sich leicht, daſs diese Methode ganz unzulässig ist. Denn die Menge dessen, was im Hahn oder an den Wänden hängend zurückbleibt, läſst sich auf keine Weise ausmitteln, und doch arbeitet man mit so geringen Gröſsen, daſs jeder Verlust die Resultate beträchtlich ändern muſs. Vergebens versuchte ich es daher, die Flüssigkeit in feine Röhren oder Kugeln einzuschlieſsen, und diese durch Stangen, Kugeln und Stücke Bley oder Zink zu zerschellen. Endlich verfiel ich auf eine Einrichtung, welche wegen ihrer Einfachheit allen Beyfall verdient, und die unvermeidliche Schwierigkeit abgerechnet, welche aus der Construction des Ganzen hervorgeht, gewiſs nichts zu wünschen übrig läſst. Ich zog kleine Röhren von sehr dünnen Glase in sehr feine Spitzen aus, tarirte sie genau, füllte sie mit der erforderlichen Flüssigkeit, blies an der Lampe die Spitzen zu, wog sie wieder, um die Quantität des Inhalts mit gröſster Gewiſsheit auszumitteln, und klebte dann beyde Enden mit geschmolzenem Wachse in zwey durchbohrte Bleykugeln. Dieses armirte Röhrchen lieſs ich in den Ballon hinabgleiten, und nachdem übrigens alles gehörig eingerichtet war, sprengte ich nach erworbener Uebung dieselben mit Leichtigkeit durch Aufschlagen auf den Boden des Ballons.

Wenn gleich hiermit das ganze Verfahren mit genügender Klarheit angegeben ist, so scheint es mir doch, daſs die Reihe von Versuchen diejenige Aufmerksamkeit des gelehrten Publicums nicht erhalten wird, welche ich ihr

zu wünschen mich für berechtigt halte, wenn ich nicht auf die mannigfaltigen, nicht selten über alle Erwartung beschwerlichen Nebenbedingungen aufmerksam mache, wodurch ich den höchsten Grad der Genauigkeit zu erreichen mich bestrebte. Die herrliche Substanz des Glases, welche bey ihrem grofsen Nutzen und geringen Preise das schätzbarste Material des Physikers genannt zu werden verdient, ist keineswegs jederzeit leicht und sicher zu handhaben, sondern täuscht die Erwartungen eben so oft durch nachtheilige Zerbrechlichkeit als durch unvermuthete Stärke. Auch bey diesen Versuchen wählte ich zwar möglichst dünne Röhrchen, allein dennoch fand ich sie so stark, dafs gleich beym ersten Versuche das Thermometer zerschellt wurde, und gewifs bey einem der nächsten auch den Ballon das nämliche Schicksal getroffen hätte, wenn ich nicht der Gefahr frühzeitig genug begegnet wäre. Ich zog deswegen die Röhrchen in der Mitte etwas aus, so dafs das Glas beträchtlich dünner und dadurch zerbrechlicher wurde, aber weil hiermit zugleich seine Elasticität wuchs, so half dieses Mittel nicht vollkommen. Es blieb daher kein Ausweg übrig, als die Röhrchen noch obendrein mit einer Feile, oder, welches ich erst späterhin versuchte und viel besser fand, mit einem Feuersteine zu ritzen. Dieses half vollkommen, allein das gehörige Mafs des Einritzens war so schwer zu treffen, dafs ich mitunter wohl drey bis fünf Röhrchen vergebens verfertigt habe, welche entweder beym Ritzen selbst zerbrachen, oder dann, wenn ich sie in den Ballon hinabgleiten liefs. Und da ich des

genauen Abwägens halber selten weniger als eine volle Stunde auf ein einziges Röhrchen verwendete, so läſst sich auch hieraus die Geduld beurtheilen, welche diese Arbeiten erheischten. Es ist nämlich nicht überflüssig, hierbey zugleich zu bemerken, daſs jede heftige Erschütterung des Ballons sorgfältig vermieden werden muſste, damit nicht das Quecksilber aus dem offenen Schenkel herausgeschleudert wurde, welches doch mitunter in geringen Quantitäten geschah. Inzwischen erhielt ich eben durch diese öftere Wiederholung eine solche Fertigkeit, daſs ich die Quantität der Flüssigkeit im Röhrchen, und die hierzu erforderliche Gröſse desselben durch das bloſse Augenmaſs ziemlich richtig bestimmen konnte, und um dann die verlangte Quantität völlig genau zu erhalten, schmolz ich zuerst ein Ende zu und lieſs in dem andern die überflüssige Menge verdampfen, wodurch ich zwar so viel weniger Luft im Röhrchen behielt, aber nicht selten das Glas zersplitterte, und die Arbeit dann dieses Umstandes wegen wieder von vorn anfangen muſste.

Bey weitem die meisten Schwierigkeiten fand ich, vorzüglich anfangs, in der Aufgabe, den Ballon vollkommen luftdicht schlieſsen zu machen und zu erhalten, hauptsächlich während der öfteren Veränderungen der Temperatur. Die Hähne, deren ich mich abwechselnd bediente, gehören zu der bald zu erwähnenden Luftpumpe, welche von dem berühmten Cuthberson in London selbst gearbeitet ist, und lassen in Hinsicht ihrer Schönheit und Genauigkeit nichts zu wünschen übrig. Beyde hatte

ich vorher oft gebraucht, ohne über die mittlere Temperatur hinauszugehen, und nie einen Fehler entdeckt. Weil ich aber dennoch bey diesen Versuchen zuweilen fand, daſs Luft eingedrungen war, und nicht wuſste, welche Parthie dieses veranlaſste, ob die Fassung, das Leder oder der eingeschliffene Hahn; so verbesserte ich die erstere durch einen starken Ueberzug von Siegellack in Alcohol aufgelöset, den lezteren aber durch geschmolzenes, in einer dicken Lage herumgelegtes Wachs, wobey ich noch auſserdem einen Tropfen Oel in den Canal der Fassung fallen lieſs. Durch alle diese Mittel konnte ich das Eindringen der Luft nicht immer vermeiden, und ich glaube, daſs auch die Verbindungsleder diesen Fehler veranlaſsten, denn wenn diese gleich ziemlich hart und von gleichmäſsiger Dicke gewählt, auch vor dem Gebrauche in einer erwärmten Mischung von Wachs und wenig Schweineschmalz getränkt werden; so lassen sie doch bey gröſserer Wärme nach und nach etwas Luft eindringen, weswegen ich auch diese durch umgelegtes Wachs zu schützen suchte. Bey diesen Ledern kommt es vorzüglich darauf an, daſs sie an sich etwas hart sind, und beym ersten Gebrauche stark gepreſst werden, wodurch ihre Güte mit der Zeit zunimt, wenn man sie bloſs für die ihnen zugehörigen Schrauben benutzt. Erst späterhin überzeugte ich mich, daſs gerade diese am brauchbarsten sind, weswegen vorzüglich das hieraus entspringende Hinderniſs meine Geduld sehr häufig ermüdete.

Noch eine mühsame Operation kann ich schon deswegen nicht mit Stillschweigen über-

gehen, weil es Pflicht ist, die mit vielem Aufwande gefundene Bahn zum erwünschten Ziele auch für andere, welche ähnliche Versuche anstellen wollen, genau zu bezeichnen. Selten war es mir möglich, den Ballon zweymal nach einander zu gebrauchen, ohne ihn vorher von dem Schmutze zu reinigen, welcher durch etwas an den Bleykugeln klebendes Oel und durch abgeriebenes Wachs unvermeidlich an den Wänden klebte. Allein ich fand sehr bald, daſs weder heisses Wasser, noch Schrot, noch ein wollenes Band zum Reinigen hinreichten; denn wenn auch das Glas vollkommen klar schien, so pflegte dann doch das ablaufende Wasser sich zu trennen, und einzelne Tropfen zurückzulassen, welche durch Erwärmen nur mühsam wegzuschaffen waren, und alsdann unvermeidlich sehr dünne Schmutzflecken zurückließsen, deren Anwesenheit die Beobachtung des Punktes der vollen Verdunstung (*) hinderte. Als ein genügendes Mittel wandte ich deswegen caustisches Cali an, wovon ich ohngefähr einen Theelöffel voll in grob zerstoſsenen Theilen hineinschüttete, nur wenig befeuchtete, und an allen Stellen an der inneren Wand langsam umherlaufen lieſs. Nachdem dieses ausgeschüttet und mit Wasser nachgespült war, muſste eine wollene Egge gebraucht, und der Ballon mit wenigem Wasser damit geschwenkt werden, bis der Rest des ablaufenden

(*) Dieses Ausdrucks werde ich mich beständig, statt des längeren: vollkommene Verdunstung bedienen. Er bezeichnet denjenigen Punkt bey der verschiedenen Erwärmung, auf welchem die lezte Spur eines tropfbaren Niederschlags so eben verschwunden ist.

Wassers sich an den Wänden nicht mehr trennte. War dann der Ballon mit Regenwasser mehrmals nachgespült, und umgekehrt; so trocknete er in wenigen Stunden durch die Ofenwärme bis auf einige Tropfen nach, die im Halse desselben sitzen blieben, und vor dem Umkehren herausgeschwenkt werden mufsten. Meistens aber wurden auch Dünste an einer Seite niedergeschlagen, und weil diese nicht ohne langwieriges Trocknen herausgeschafft werden können; so setzte ich den Ballon in die Nähe des geheitzten Ofens oder in das Sonnenlicht, senkte eine weite Glasröhre hinein, und sog so lange die feuchte Luft heraus, bis alles vollkommen trocken war.

Aufser diesen angezeigten Schwierigkeiten werden Sachverständige nicht weniger den grofsen Aufwand von Zeit, Mühe und Geduld zu beurtheilen im Stande seyn, welche bey den Bestimmungen der Temperaturen erforderlich waren. Man hat sich bey ähnlichen Versuchen meistens damit begnügt, die Temperatur der eingeschlossenen elastischen Flüssigkeiten durch ein auswärts befindliches Thermometer zu bestimmen, allein dieses ist für genaue Versuche keineswegs hinreichend. Um auch hierbey die Fehlergrenze dem Verschwinden möglichst nahe zu bringen, suchte ich dem Thermometer eine solche Lage zu geben, dafs die Kugel genau den Mittelpunkt des Ballons einnahm, aber dennoch konnten die Wände desselben schon beträchtlich abgekühlt oder noch um mehrere Grade heisser seyn, als das Thermometer anzeigte. Um den hieraus entspringenden Unrichtigkeiten zu entgehen, wählte ich vor allen

gerade den beschriebenen Ballon, welcher mir für die zu messenden Gröſsen hinlänglich geräumig schien, ohne daſs seine Radien einen zu weiten Abstand der Glaswände von der Kugel des Thermometers geben. Inzwischen lieſs sich hierdurch die erforderliche Genauigkeit bloſs alsdann erlangen, wenn der Ballon eine geraume Zeit in einer gleichbleibenden äuſsern Temperatur erhalten wurde, aber wenn diese durch künstliche Mittel bedeutend erhöhet werden muſste, und almälig wieder herabging, dann war es schwer, Irrthümer zu vermeiden, deren Einfluſs keineswegs vernachlässigt werden durfte. Daſs ich es aber auch hier nicht habe an der erforderlichen Sorgfalt fehlen lassen, wird man leicht daraus abnehmen, daſs ich des peinlichen Gefühls ungeachtet, womit ein solcher Aufwand von Zeit jedesmal begleitet seyn muſs, nicht ermüdete, den Ballon in einem geheitzten Zimmer stundenlang der Hitze des Ofens ausgesetzt, schwebend zu erhalten, um bey anhaltendem Drehen um seine verticale Axe vermittelst des beobachteten Wechsels zwischen dem Steigen und Fallen des Thermometers den gesuchten Grad der Wärme in der Art genau zu erhalten, daſs allen Theilen die nämliche Temperatur eigen war. Dabey bedarf es inzwischen kaum einer Erwähnung, daſs nicht alle Bestimmungen jedes einzelnen Grades mit gleichem Aufwande von Mühe gemacht sind, und deswegen auch auf eine ganz gleiche Genauigkeit keine Ansprüche machen können. Inzwischen ist jede Abweichung von der Regel sorgfältig angezeigt, weil ich sogleich bey Anstellung der Versuche alle Data mit gröſster Ausführlichkeit

aufzeichnete. In Hinsicht der thermoscopischen Bestimmungen bleibt also kaum eswas zu wünschen übrig, wenn man berücksichtigt, dafs von einer gut getheilten, in den meisten Versuchen selbst von einer auf die Röhre unmittelbar geätzten Scale ganze, halbe und auch Viertelsgrade mit grofser Genauigkeit abgelesen werden können.

Es wäre mir angenehm, wenn ich das Mafs des Heberbarometers mit gleicher Genauigkeit angeben könnte, allein dieses ist unmöglich, indem ich die Theile der Linie blofs schätzen mufste. Zwar ist die Parallaxe jederzeit sorgfältig vermieden, und eine auf Papier deutlich gezeichnete Scale, welche Duodecimallinien des Pariser Fufses enthielt, war unmittelbar hinter das Glas gelegt, allein dafs man sich dennoch leicht um ein bis zwey Zehntheile der Linie irren könne, ist sehr einleuchtend, und diese sind, vorzüglich wenn sie von beyden Schenkeln summirt werden, keineswegs unbedeutende Gröfsen. Wenn daher die Barometerstände bis auf Hunderttheile der Linie angegeben sind, so gehen diese aus Berechnungen hervor, bey denen ich die beobachteten Gröfsen auf irgend eine Weise zu ändern mir nicht erlaubte; bey den Beobachtungen selbst aber beschränkte ich mich meistens darauf, dafs ich die Linie nach Schätzung in drey oder vier Theile theilte, und diese in Decimalbrüchen ausdrückte.

Vor allen Dingen kommt bey solchen Versuchen, als die von mir angestellten sind, die Genauigkeit der gebrauchten Werkzeuge in Betrachtung, und es sey mir daher erlaubt,

auch hiervon vorläufig Rechenschaft zu geben. Das hiesige academische Cabinet, dessen Aufsicht mir bey meiner Anstellung im Herbst 1810 anvertraut, und welches seitdem durch einen bedeutenden Fond jährlich vermehrt wurde, besitzt einige vorzügliche Werkzeuge, deren Gebrauch mir die Ausführung meines Vorhabens möglich machte. Hierunter gehört vor allen andern eine sehr schöne hydrostatische Waage von Hurter in London, deren ich mich zu den feineren Abwägungen bediente, und weil ich mich auf die Genauigkeit dieses vorzüglichen Apparats verlassen zu können glaubte; so bediente ich mich des in demselben enthaltenen engl. Troy-Gewichts als Norm. Zwar sind die kleineren Abtheilungen desselben nur bis auf Grains darin enthalten, allein es kostete mir bloſs ein Paar Nachmittage, um mit Hülfe der feinen Waage die Mites oder $\frac{1}{20}$stel des Grains durch Abwägung kleiner Stücke Blattzinn aus feinem Messingblech zu verfertigen. So fein diese Theilchen sind; so halten sie doch die strengste Prüfung aus, und ihre genaue Verfertigung lag um so mehr in den Grenzen der Möglichkeit, da sich $\frac{1}{4}$ Mite durch einen meſsbaren Ausschlag noch deutlich genug beobachten läſst. So unvergleichlich aber dieses Instrument ist, so darf ich doch nicht unbemerkt lassen, daſs die Theile des Gewichts, welches sich darin befindet, unter sich nicht übereinstimmen, abermals ein Beweis, wie sehr man Ursache hat, vorsichtig zu seyn. Weil ich aber auſser Stande war, in der Geschwindigkeit genaue Gewichtsstücke anzuschaffen; so entschloſs ich mich, alle Messungen auf das

nämliche Gewicht zu reduciren, und nahm hierzu das gut geaichte Gewichtstück von 8 Unzen Troy-Gewicht als normal an, wonach denn alle einzelne Abtheilungen ausgeglichen wurden. Auf diesem Wege wird das relativ richtige Verhältnifs zum absoluten, wiewohl ich glaube, dafs das gebrauchte Gewichtsstück auch an sich absolut richtig ist.

Noch weit vorzüglicher in seiner Art ist aber ein stählerner grofser Waagebalken, dessen ich mich zu den gröfseren Abwägungen bediente. Er ist von dem verstorbenen sehr geschickten Künstler Süfserot in Hannover mit ungewöhnlicher, und ich darf wohl sagen, mit unglaublicher Genauigkeit gearbeitet, denn er zieht 50 Pfund Totalgewicht, und giebt dennoch mit einer Last von 10 Pfund beschwert noch auf 0,5 Gran Medicinalgewicht einen mefsbaren Ausschlag.

Wenn es gleich zweckwidrig scheinen könnte, auch die Luftpumpen näher zu beschreiben, deren ich mich bediente, indem die Genauigkeit des erhaltenen Vacuum bey jedem Versuche angezeigt werden mufs; so halte ich doch folgende wenigen Bemerkungen in anderer Hinsicht nicht für überflüssig. Wer sich viel damit beschäftigt hat, Erscheinungen im luftleeren Raume zu beobachten, wird mit mir darin übereinstimmen, dafs es grofse Schwierigkeiten hat, das guerickscheVacuum dem torricellischen bis auf eine verschwindende Gröfse nahe zu bringen. Bekanntlich ist nach dem, was ich so eben über die Bedingungen beygebracht habe, welche den Stand des Quecksilbers in verschiedenen Röhren mo-

dificiren, eine gewöhnliche Barometerröhre überall nicht brauchbar, den Grad der Verdünnung anzugeben, und man sollte sie daher billig von den Luftpumpen entfernen, indem sie die Construction derselben erschweren und vertheuern. Ist aber ein cuthbersonsches Heberbarometer gut ausgekocht, so dafs sein Stand als richtig angesehen werden kann; dann leistet eine Luftpumpe gewifs schon viel, wenn man bey feinen Versuchen und nicht zu grofsen Klocken die Differenz des Quecksilbers in beyden Schenkeln bis auf 0,5 Linien bringt, also eine 672fache Verdünnung erhalten hat.

Lange schon haben mich viele Untersuchungen über die beste Construction der Luftpumpen beschäftigt, und ich habe einige Resultate des Nachdenkens und der Versuche dem gelehrten Publicum mitgetheilt (*). Auch noch jezt glaube ich, dafs sich durch die von mir angegebene Construction der höchste Grad der Verdünnung erreichen lasse, und dafs die auf diese Weise construirten Maschinen alles leisten können, was man von ihnen verlangt. Allein sie sind vorzüglich nur zu feinen Versuchen zu empfehlen, und müssen deswegen noch mit einem zweyten Teller von starkem und mattgeschliffenem Spiegelglase versehen werden, damit selbst saure Gasarten längere Zeit unter veränderlichem Drucke eingeschlossen erhalten werden können. Will man sie zugleich zu den sehr zahlreichen Versuchen gebrauchen, welche in jedem Semester mit dem

(*) S. Voigts Mag. 1803. St. 11. p. 146. Gilb. Ann. XLII. 387.

Cursus der Experimentalphysik verbunden sind, so werden sie zu leicht abgenutzt, und verlieren die erforderliche Genauigkeit. Hieraus folgt also, dafs sie nur zum Gebrauche des privatisirenden Gelehrten zu empfehlen sind, auf Academieen aber, wo der Apparat des physicalischen Cabinets sowohl als des chemischen auf gleiche Weise der öffentlichen Unterstützung bedarf, und für gemeinschaftliche Zwecke auch gemeinschaftlich benutzt werden kann, sind sie für den chemischen Gebrauch ganz vorzüglich zu empfehlen, für die gewöhnlichen Versuche aber mufs eine andere vorhanden seyn, und da scheint mir nach vielfacher Erfahrung keine Art vorzüglicher, als die cuthbersonschen, bey denen jedoch das Bodenventil accurat eingeschliffen ist und durch einen Mechanismus gehoben wird, wie ihn Reiser angegeben hat (*).

Bey meinen Versuchen standen mir zwey Luftpumpen zu Gebote, eine kleine, sehr schön gearbeitete und höchst bequem gebauete von Cuthberson in London selbst verfertigt. Die Einrichtung derselben ist vorzüglich, und der Apparat unübertrefflich; allein da das Oel unvermeidlich die Canäle füllt, so kann man nicht mit Sicherheit darauf rechnen, ein genaueres Vacuum zu erhalten, als welches durch 1,5 bis 2,5 Linien Differenz des Barometers angegeben wird. Die andere, mit dem erwähnten Pedal-Ventile versehen, war anfangs sehr unbequem construirt, ist aber jezt dadurch viel brauchbarer geworden, dafs sie

(*) S. Lichtenberg's Mag. VII. 2. 49.

statt eines Blasenventils im Embolus ein cuthbersonsches Kegelventil erhalten hat, auch ist der ganze Mechanismus wesentlich verbessert, und wird mit geringen Kosten leicht ganz vollkommen eingerichtet werden können. Diese diente mir zu den späteren Versuchen, und leistete viel mehr, als die vorher beschriebene, denn ich konnte das Vacuum vorzüglich sogleich, nachdem sie gereinigt war, noch unter 0,5 Lin. Differenz des Barometerstandes bringen, wenn ich den hierzu erforderlichen Aufwand von Zeit und Mühe nicht scheuete (*).

Die gebrauchten Thermometer habe ich sämtlich genau untersucht, ihre beyden festen Punkte und zugleich den von Dr. Wahlenberg (**) angegebenen Normalpunkt der Blutwärme sorgfältig geprüft, und sie noch obendrein

(*) Da nicht alle Künstler in jeder Art von Arbeiten eine gleiche Fertigkeit besitzen, so ist es gut, diejenigen Werkzeuge zu kennen, welche man bey dem einen oder dem andern vorzüglich gut erhalten kann. So verfertigt der hiesige Universitäts-Mechanicus Schubarth die Luftpumpen gewifs von vorzüglicher Güte, wie eine eben fertig gewordene cuthbersonsche für das hiesige chemische Cabinet beweiset, und auch die eingeschliffenen Kegelventile, welche mir derselbe für die Pedal-Luftpumpe sowohl, als für den papinianischen Topf geliefert, sind unübertrefflich. Vor allen andern aber hat er eine seltene Fertigkeit electrische Scheiben zu fassen, indem bey gröfster Dauerhaftigkeit von allen, deren ich selbst viele gesehen, noch nie eine zersprungen ist.

Zugleich mache ich diejenigen, welche den eigentlichen Bau der cuthbersonschen Luftpumpen genau kennen lernen wollen, auf eine seltener erwähnte Originalschrift vom Erfinder aufmerksam, nämlich: description of an improved Air-pump, and an account of some experiments made with it cet. printed for the author. Amst. 1787. m. K.

(**) S. Gilb. Ann. XLI. 117.

mit demjenigen verglichen, welches ich im Freyen zur täglichen Beobachtung der Temperatur aufgehangen habe. Lezteres ist von dem wegen der Verfertigung meteorologischer Werkzeuge rühmlichst bekannten Künstler Loos in Büdingen mit einer auf die flachgeschliffene Röhre geätzten Scale, und nach allen Untersuchungen im höchsten Grade genau, kann daher mit Recht zu einer solchen Vergleichung gewählt werden. Weil indeſs verschiedene Thermometer gebraucht wurden, und nicht alle eine ganz gleiche Zuverlässigkeit zulassen, vorzüglich in Hinsicht der Länge der Scale und der leichten Vermeidung der Parallaxe beym Ablesen des Standes derselben; so scheint es mir nicht überflüssig, hierüber bey der Erzählung der Versuche selbst jederzeit eine kurze Anzeige beyzufügen.

Barometerbeobachtungen waren nur selten erforderlich. Wo dieselben aber vorkommen, sind sie nach einem von dem eben genannten Künstler Loos verfertigten Gefäſsbarometer gemacht, bey welchem die Scale in 0,1 Theilen der Duodecimallinie auf die Röhre unmittelbar geätzt und auch die Correction wegen des Gefäſses in der Theilung selbst enthalten ist. Diese Barometer, wovon das meinige das erste Exemplar ist, welches von dem Künstler in dieser Art verfertigt worden, werden ohne Zweifel den Beyfall aller Physiker erhalten, da sie in Hinsicht der Schönheit, Genauigkeit und Bequemlichkeit nichts zu wünschen übrig lassen. Von der Scale eines Heberbarometers des nämlichen Künstlers wurden die feineren Theile des pariser Fuſses genommen, die ich

beym Messen gebrauchte, und sind also gleichfalls sehr zuverlässig, da die Scale nach einem von Fortin gemachten stählernen étalon mit unübertrefflicher Genauigkeit aufgetragen ist.

So oft von den höchsten Graden der Kälte die Rede ist, bis auf welche die Temperatur während der Nacht herabging, sind diese an einem sogenannten Thermometrograph von Six (*) beobachtet, welches ich aus der Handlung des H. Albert in Frankfurth für das hiesige Cabinet erhalten habe (**). Nach mehrfachen Untersuchungen kann ich sie den Meteorologen wegen ihrer Genauigkeit, Bequemlichkeit und Wohlfeilheit sicher empfehlen, indem der Gang derselben wenigstens in den ersten Jahren sehr richtig ist, abgesehen von dem Hindernisse, daſs der Weingeist durch die Länge der Zeit seine calorimetrische Eigenschaft verliert (***).

Endlich muſs ich noch bemerken, daſs ich die nicht völlig gelungenen Versuche sämtlich zu erzählen für gut gefunden, mit Weglassung aller derer, die wegen eines Fehlers gar nicht zu Stande kamen. Zwar sind die Resultate, welche ich durch einige derselben erhalten habe, keineswegs bedeutend, und sie selbst daher neben den vollkommen gelungenen fast ganz ohne Werth, allein sie dienen wenigstens dazu, um die Uebereinstimmung der Beobach-

(*) S. Gilb. Ann. II. 287. aus J. d. ph. cet. V. 150.

(**) Sie sind im Albertschen Cataloge unter Nro. 978 beschrieben und feilgeboten zu 11 fl. Fr. W.

(***) Nach der definitiven Entscheidung dieser Stteitfrage durch Flaugerges. S. J. d. ph. LXV. 295. und LXVI. 123.

tungen, so weit sie reichten, deutlich zu machen, und zugleich die nothwendigen Bedingungen und Vorsichtsregeln bey der Anstellung solcher Versuche, so wie die mannigfaltigen Schwierigkeiten, welche mit denselben unzertrennlich verbunden sind, in ein helleres Licht zu stellen. Ohnehin ist es eine bekannte Sache, worüber ich außer andern mich nur auf die Autorität der H. H. Benzenberg (*) und Fischer (**) beziehen will, daſs man bey solchen Versuchen, wobey kleine gemessene Gröſsen den Berechnungen zum Grunde gelegt werden müssen, die Fehlergrenze nur durch Zusammenstellung einer gröſseren Menge von Beobachtungen dem Verschwinden möglichst nahe bringt.

Die Versuche mit Aetherdunst sind bey weitem die ausführlichsten geworden, und machen den gröſsten Theil der ganzen Abhandlung aus. Man wird mich aber gern deswegen entschuldigen, auch selbst daſs ich die mit nicht vollkommenem Aether angestellten zu erzählen nicht für überflüssig gehalten habe, denn dieses ganze Feld war noch so gut wie gar nicht bearbeitet. Um die natürliche Reihenfolge nicht zu unterbrechen, und den ganzen Gang der Untersuchung in ein helleres Licht zu stellen, habe ich auch diejenige Ordnung der Versuche in der Erzählung beybehalten, die ich bey der Anstellung derselben

(*) S. Versuche über die Umdrehung der Erde. Dortm. 1804.

(**) Darstellung und Critik der Verdunstungslehre u. s. w. Berl. 1810.

befolgte, weswegen dann diejenigen in den zweyten Theil kommen, welche ich späterhin mit absolutem Aether nochmals von neuem beginnen mufste.

Noch giebt es eine Menge Flüssigkeiten, deren Dichtigkeit und Elastizität aufzufinden für die Wissenschaft von vorzüglichem Interesse ist, als die reine Blausäure, die verschiedenen Aetherarten u. a. m. Durch die Uebung, welche ich mir in dieser speciellen Art von Arbeiten erworben habe, und die Bequemlichkeit des einmal eingerichteten Apparats wird es mir leicht werden, auch diese zu untersuche, und von den Resultaten eine kurze Rechenschaft zu geben. Eine unerläfsliche Bedingung ist aber der Besitz ganz reiner und ächter Substanzen, und da ich die Bereitung derselben nicht selbst bewerkstelligen kann, sowohl aus Mangel an Uebung als des hierzu erforderlichen Apparats; so mufs ich auf die fernere Untersuchung Verzicht leisten, wenn ich nicht durch einen oder einige geübte Chemiker dabey unterstützt werde. Sollte ich aber das Glück haben, in dieser Hinsicht meine Wünsche befriedigt zu sehen; so werde ich dann zugleich diejenigen Erscheinungen untersuchen, welche mehrere mit einander verbundene Flüssigkeiten bey ihrem Uebergange und im Zustande der Dunstform zeigen; eine Menge von Untersuchungen, welche alle noch erst angestellt werden müssen, ehe es uns gelingen wird, die allgemeinen Gesetze der Verdunstung genau kennen zu lernen.

Erster Theil.

Versuche.

Keine Sache war zur Erreichung des vorgesetzten Zwecks unentbehrlicher, als eine höchst genaue Bestimmung des cubischen Inhalts des zu den Versuchen ausgewählten und vorhin näher beschriebenen Ballons. Zu diesem Ende füllte ich denselben mit vollkommen klarem, sehr reinlich aufgefangenem Regenwasser bis so weit voll, daſs der leer gelassene Raum dem Inhalte des im Innern anzubringenden Apparats nach Schätzung proportional war. Das Wasser stand im Anfange Decembers in einem ungeheitzten Zimmer, bis ein im Innern stehendes Thermometer 3° R. zeigte, welches man unbedenklich für 3°,2, als den Normalpunkt der gröſsten Dichtigkeit des Wassers (*) annehmen kann, da ohnehin eine feine Thermometerscale keine so kleine Unterabtheilungen der Grade zu beobachten erlaubt. Der vorher tarirte, mit diesem Wasser angefüllte Ballon wog auf der Süsserotschen Waage bey einem zweymaligen, drey Tage nach einander angestellten und ganz unveränderte Resultate gebenden Abwägen

(*) Nach Hauy Phys. üb. von Weiſse. I. p. 104.

98,5 Unzen, 4 pennyweights, 20 Grains englisches Troy-Gewicht. Diese betragen (*)

1)	98,5 X 8724	=	859314 Richtpfthl.
2)	4 X 436,2	=	1744,8 —
3)	20 X 18,175	=	363,5 —
	Summa	=	861422,3 Richtpfthl.

Rechnen wir nun (**) den rheinl. Fuſs zu 139,13 par. Lin. ferner 5 gr. Medicinalgewicht zu 87 cöln. Richtpfthl. und einen rheinl. Cub. Zoll Regenwasser bey 3,°2 R. zu 288,21 Gran Medicinal-Gewicht; so enthielt der Ballon

$$\frac{5 \times 861422{,}3}{87 \times 288{,}21}\left(\frac{139{,}13}{144}\right)^3$$ Cub. Z. nach altfranzösischem Maſse,

also

$$\begin{aligned} \log.\ 5 &= 0{,}6988700 \\ \log.\ 861422{,}3 &= 5{,}9352161 \\ -\ \log.\ 87 &= 8{,}0604806 \\ -\ \log.\ 288{,}21 &= 7{,}5402909 \\ 3.\ \log.\ \left(\frac{139{,}13}{144}\right) &= 0{,}9551749 \\ \hline \log.\ J. &= 2{,}1901325 \end{aligned}$$

giebt den cubischen Inhalt sehr nahe zu 154,93 par. cub. Zolle, wofür wir unbedenklich 155 setzen können.

Wenn gleich diese Messung ohne allen Zweifel eine hinlängliche Genauigkeit gewährt; so schien mir doch diese Normalbestimmung viel zu wichtig, als daſs ich die Mühe scheuen

(*) Nach Gren system. Handb. der gesamten Chemie. Halle 1794. I. p. 126.

(**) Nach Eytelwein: Vergleichung der in den preuss. Staaten eingeführten Maaſse und Gewichte. Berl. 1798.

sollte, zur Vergleichung noch eine andere Art von Messung damit zu verbinden.

Der Ballon bildet bis auf einen sehr gleichförmig angesetzten Hals ein vollkommenes Ellipsoid (sphéroide de révolution) durch Umdrehung um die kleine Axe entstanden, von ausnehmender Gleichförmigkeit. Die groſse Axe beträgt nach genauester Messung 6″ 6‴,2. Die Glasesdicke läſst sich nicht unmittelbar messen, indeſs schätze ich sie nach der Schwere des Ballons und den doppelten Bildern der beyden Flächen zu urtheilen, da wo sie am geringsten ist, nicht mehr als höchstens 0‴,4, da aber, wo sie am stärksten ist, erreicht sie gewiſs 0‴,75, wobey kaum bemerkt zu werden verdient, daſs die groſse Axe auf die geringste Glasesdicke trifft. Nehmen wir diese Gröſsen für genau; so sind die beyden halben Axen $a = 40''',75$ und $c = 38''',35$ duodecimal des pariser Fuſses. Nach der bekannten Integralformel für die Cubatur der Conoiden, nämlich $J = \int. y^2 \pi dx$ ist der cubische Inhalt des Ellipsoids, welches durch Umdrehung um die kleine Axe entstanden ist, aus der Gleichung für die Ellipse, $J = \frac{4}{3} \pi a^2 c$, wenn $x = c$ gesetzt wird, und hiernach der cubische Inhalt des Ballons

log. 4	=	0,6020600
— log. 3	=	9,5228786
log. π	=	0,4971499
2 log. a	=	3,2202552
log. c	=	1,5837654
— log. 1728	=	6,7624562
log. J	=	2,1885653

welches 154,37 Cub. Zoll giebt, worin aber der innere Raum des Halses noch nicht begriffen ist. Diesen zu berechnen giebt es überflüssige Genauigkeit, wenn wir ihn als abgekürzten Kegel ansehen, indem die Wände nur wenig gebogen nach inwendig gekrümmt sind. Es ist aber der untere Durchmesser 1.″ 11‴, der obere 1.″ und die Höhe 1.″ 5.‴, alles nach genauester Messung. Die Glasesdicke ist hier wenigstens eine Linie, und nach dieser Annahme sind die Radien 10‴,5 und 5‴, die Höhe aber beträgt 17‴, mithin giebt die Formel $J = \frac{1}{3} y \pi (R^2 + Rr + r^2)$

log. π	=	0,4971499
— log. 3	=	9,5228786
log. 17	=	1,2304489
log. 187,75	=	2,2735799
— log. 1728	=	6,7624562
log. K	=	0,2865135

welches den Inhalt des Halses nahe 1,93 Cub. Z. giebt. Beyde Gröſsen addirt betragen 154,37 + 1,93 genau 156,3 Cub. Zoll, welches von dem vorhin gefundenen Inhalte um etwas mehr als 1,3 Cub. Zoll abweicht, eine unbedeutende Differenz, welche leicht aus einigen Unregelmäſsigkeiten erklärt werden könnte, wenn anders solche Messungen überall einen höheren Grad von Genauigkeit zulieſsen (*).

(*) Lange nach der Beendigung der Versuche erhielt ich vom H. H. Wurzer eine Glasröhre, deren cub. Inhalt in Paris bestimmt ist, zur Vergleichung, und maſs mit derselben bey 8°,5 R. mit gröſster Sorgfalt 155 Cub.

Die erhaltene Differenz schien mir für die Genauigkeit meiner Messung doch noch etwas zu grofs, und da die Erhaltung eines luftleeren Raumes einen vorzüglichen Gegenstand der bevorstehenden Untersuchungen ausmachte; so schien es mir nicht überflüssig, der Vergleichung wegen auch das Gewicht der Luft zum Ausmessen des Ballons zu benutzen. Ich exantlirte daher den vorher tarirten Ballon so weit es möglich war, auf der oben beschriebenen Cuthbersonschen Luftpumpe, wog ihn dann auf der Süfserotschen Waage abermals, und notirte den Gewichtsverlust, welcher übrigens wegen der Feuchtigkeit im Ballon nicht zur Norm dienen konnte, und auch ziemlich stark von demjenigen abwich, dessen ich mich zur Berechnung bediente. Darauf öfnete ich den Hahn in der Nähe des Stubenofens in meinem Zimmer, um den Ballon mit Luft zu füllen, die ich um so mehr für hinlänglich trocken ansehen konnte, da das Wetter an diesem Tage d. 11ten Dec. gerade sehr heiter und im Uebergange zu einer trocknen und scharfen Kälte mit Ostwind war, bedeckte die Oefnung leicht mit Papier, und liefs ihn hinlänglich lange Zeit auf dem ungeheitzten Zimmer stehen, wo die Waage sich befand. Als ich darauf das Gewicht bey 2° R. und 27″ 7‴,3 Barometerstand nebst 8° R. des Corrections-Thermometers abermals untersuchte, fand ich 2 Penny-weights und fast 12 Grains Differenz. Eben diese Gröfse erhielt ich ohne

Z. Wasser in den Ballon, wodurch er bis eine Linie unter der Fassung voll wurde. Die Genauigkeit der Ausmessung unterliegt daher keinem Zweifel.

merklichen Unterschied wieder, nachdem ich den Ballon nochmals exantlirt hatte. Hiernach betrug das Gewicht der Luft

$$2 \times 436{,}2 = 872{,}4 \text{ Richtpfthl.}$$
$$12 \times 18{,}175 = 218{,}1 \text{ —}$$

Summa 1090,5 ——

Nehmen wir nun das oben angegebene Verhältniſs der Richtpfthl. zu Granen = 87 : 5, das specifische Gewicht der Luft bey 0° R. und 28″ Barometerstand nach Schmidt (*) = 0,0013, corrigiren diese Gröſse nach einer bequemen Formel für die Dichtigkeit der Luft bey einem gewissen Barometer- und Thermometerstande, wonach die corrigirte

$$d' = \frac{0{,}0013 \times b}{28\,(1 + mt)\,(1 + nt')}$$

gesetzt wird, und rechnen nach den bekannten, auf die meisten und genauesten Versuche gegründeten Bestimmungen m = 0,000218 und n = 0,004823; so erhalten wir den Cubik-Inhalt der gewogenen Luft

$$J = \frac{\frac{5 \times 1090{,}5 \times 28\,(1 + 0{,}000218.t)\,(1 + 0{,}004823\,t')}{87 \times 288{,}21 \times 0{,}0013 \times b}}{\left(\frac{139{,}13}{144}\right)^3}$$

und hierin die Werthe für t, t′ und b = 8°; 2° und 27 Z. 7,3 Lin. = 27″,608 substituirt,

$$J = \frac{\frac{5 \times 1090{,}5 \times 28\,(1 + 0{,}001744)\,(1 + 0{,}009646)}{87 \times 288{,}21 \times 0{,}0013 \times 27{,}61}}{\left(\frac{139{,}13}{144}\right)^3}$$

(*) S. Handbuch d. Naturlehre cet. Gieſsen 1813. p. 121.

also

	log. 5	=	0,6989700
	log. 1090,5	=	3,0376257
	log. 28	=	1,4471580
	log. 1,001744	=	0,0007567
	log. 1,009646	=	0,0041691
—	log. 87	=	8,0604806
—	log. 288,21	=	7,5402909
—	log. 0,0013	=	2,8860565
—	log. 27,61	=	8,5589336
3.	log. $\left(\frac{139,13}{144}\right)$	=	0,9551749
	log. J.	=	2,1896160

welches den Cubik-Inhalt = 154,74 . . Cub. Zoll angiebt. Berücksichtigt man nun, daſs das angegebene Gewicht der 12 Grains einen etwas merklichen Ausschlag gab, welchen genauer zu bestimmen mir nicht möglich war, da ich die kleineren Gewichtstheilchen noch nicht verfertigt hatte (*), daſs aber die 154,74... Cub. Zolle auch den Raum in sich begreifen, welcher beym Wiegen mit Wasser für den im Innern anzubringenden Apparat leer gelassen wurde, daſs ferner das Vacuum nicht vollkommen, sondern nur etwa bis zu einem Barometerstande von 2 Lin. anzunehmen ist, hiernach aber die gefundene Gröſse mit dem Coefficienten $(1 + \frac{1}{168})$ multiplicirt werden

(*) Eine genauere Messung war ohnehin unmöglich, denn wenn gleich die Waage feinere Theile als Grains angab; so gerieth sie doch durch den bey dem damals anhaltenden scharfen Winde unvermeidlichen Luftzug, imgleichen durch das Oefnen der Thür und meine Bewegung im Zimmer in ein Schwanken, dessen Ende ich in der Kälte nicht abwarten wollte.

mufs; so folgt, dafs die drey Messungen genau genug übereinstimmen, und wir unbedenklich den cubischen Inhalt des Ballons zu 155 Cub. Zollen annehmen dürfen. Nach diesen vorläufigen Bestimmungen fing ich die Reihe der Versuche selbst an.

Versuch 1.

Den 13. Dec. 1813 tarirte ich ein kleines Röhrchen, füllte dasselbe mit destillirtem Regenwasser, schmolz es an der Lampe zu, kittete es mit etwas Wachs in die Bleykugeln, und liefs es dann sanft im Halse des Ballons hinabgleiten, ganz nach der Verfahrungsart, die ich oben beschrieben habe, und hier nochmals ein- für allemal wiederhole. Das Wasser in derselben wog 32,5 Mites engl. Troy-Gewicht. Nehmen wir (*) das Verhältnifs der Mites zu Richtpfthl. $= \frac{687}{800}$ und legen wiederum die oben angegebenen Bestimmungen zum Grunde, so enthielt die kleine Röhre

$$\frac{32{,}5 \times 687 \times 5}{288{,}21 \times 800 \times 87}\left(\frac{139{,}13}{144}\right)^3$$

Cub. Zolle des altfranzösischen Mafses an Regenwasser. Um aber bey diesen oft wiederkehrenden Bestimmungen das beschwerliche Rechnen zu sparen, ist es am besten, für die unveränderlichen Gröfsen einen beständigen Logarithmen = log. v. zu suchen. Es ist demnach

(*) Nach Gren a. a. O.

log. 687	—	=	2,8369567
log. 5	—	=	0,6989700
3 log. $\left(\frac{139,13}{144}\right)$	—	=	0,9551749
— log. 800	=	=	7,0969099
— log. 87	=	=	8,0604806
— log. 288,21	=	=	7,5402909
	log. v	=	0,1887830 — 4.

und wir finden den Cubik-Inhalt des Wassers im Röhrchen allezeit leicht, wenn wir zu diesem beständigen Logarithmen den Log. der Gewichtstheile in Mites des englischen Troy-Gewichts hinzuaddiren; mithin ist

log. v	=	0,1887830 — 4
log. 32,5	=	1,5118834
log. J	=	0,7006664 — 3

und dieses giebt

$$J = \frac{1}{199,22} = 0,00501956 \ldots$$

Cub. Z. Regenwasser, welche den Inhalt des Ballons zu 155 Cub. Z. gerechnet

$$\frac{1}{30879} = 0,0000323843 \ldots$$

vom Inhalte des Ballons ausmachten.

Der Ballon wurde in der Nähe des Stubenofens so lange exantlirt, bis sich bey mehreren Kolbenzügen keine Spur der entweichenden Luft mehr zeigte, und während dessen bis 20° R. erhitzt, damit alle Dünste zugleich mit der Luft besser entweichen mögten. Dennoch zeigte das Heberbarometer nach dem Umkehren des Ballons noch 2''',5 Differenz, aber auch ohne dieses gewährte der Versuch

kein brauchbares Resultat, weil die Thermometerkugel beym Zerschellen des Röhrchen zerbrochen wurde, und ich kam daher bloſs zu der allgemeinen Ueberzeugung, daſs bey 12° bis 15° R. bleibender Temperatur die genannte Menge Wasser noch nicht in Dunst aufgelöset werden konnte.

Versuch 2.

Ein anderes, mir nicht ganz convenirendes Thermometer muſste die Stelle des zerbrochenen interimistisch ersetzen, um die günstige Zeit nicht zu verlieren, und so wurde der Apparat wieder hergestellt. Das Wasser im Röhrchen wog 12 Mites und betrug daher

$$\begin{aligned} \log. v &= 0{,}1887830 - 4 \\ \log. 12 &= 1{,}0791812 \\ \hline \log. J &= 0{,}2679642 - 3 \end{aligned}$$

giebt $\frac{1}{539{,}55} \ldots = 0{,}0018534$ Cub. Zoll also

$\frac{1}{83631} = 0{,}000011957$ vom Inhalte des Ballons.

Beym Exantliren erwärmte ich den Ballon bis 25° R. um jede Spur eines etwa vorhandenen Dunstes stärker zu expandiren und dadurch leichter fortzuschaffen, und als die Verdünnung ihr Maximum für die Wirkung der Luftpumpe erreicht hatte, brachte ich denselben in ein Zimmer, dessen Temperatur nahe — 3° R. seyn mogte. Als das Thermometer auf den Gefrierpunkt herabgekommen war, zeigte das Heberbarometer 2 L. Differenz, welches die Anwesenheit von 0,922 . . . Cub. Z. Luft im Innern bewies, und nachdem ich

den Ballon einige Zeit beobachtet hatte, um von dem luftdichten Verschliefsen aller Theile überzeugt zu seyn, fand ich den 16ten den Barometerstand unverändert 2''', das Thermometer aber zeigte — 0,5 und das Wasser im Röhrchen war in Eis verwandelt. Nach dem Zersprengen desselben liefs ich das Eis aufthauen, und suchte den Punkt der vollen Verdunstung, allein ich überzeugte mich sogleich beym ersten Versuche dieser Art, dafs dieses schwieriger sey, als ich anfangs geglaubt hatte, indem ich bey wiederholten Beobachtungen sehr verschiedene Resultate erhielt, bis ich die manchen Hindernisse vermeiden lernte, welche vorzüglich aus zu jäher Erwärmung und Abkühlung entstehen, und diesen Punkt bey 6°,75 R. und fast 6''',25 Barometerstand mit Sicherheit festsetzen konnte. Die Elasticitäten zu messen schien mir theils der einfallenden gelinderen Witterung wegen, theils weil ich fand, dafs bey gröfserer Erwärmung dennoch etwas Luft eingedrungen war, eben so überflüssig als unsicher.

Versuch 3.

Am 23sten Dec. bereitete ich den Apparat wieder wie vorher. Das Wasser im Röhrchen wog 14 Mites und betrug daher

$$\begin{array}{lcl} \log. v & = & 0{,}1887830 - 4 \\ \log. 14 & = & 1{,}1461280 \\ \hline \log. J & = & 0{,}3349110 - 3 \end{array}$$

giebt fast $\frac{1}{462{,}47} = 0{,}0021623$ Cub. Z. oder

0,0000139$5 = \frac{1}{71684}$ vom Inhalte des Ballons. Das Vacuum war ziemlich genau, indem das Heberbarometer nicht volle 2 Lin. Differenz zeigte. Ich sprengte das Röhrchen sogleich bey 10° R. und es währte nicht sehr lange, bis das sämtliche Wasser verdunstet war. Hierbey bemerkte ich abermals, dafs sehr leicht beym schnellen Abkühlen ein Niederschlag entstand, welcher nach und nach wieder verschwand, ja der Ballon wurde allmälig bey 2°,5 und 3‴75 wieder vollkommen klar, auch schien sich selbst dann kein Niederschlag zeigen zu wollen, als er eine ganze Nacht in einer Temperatur von 1°,25 gestanden hatte. Diese Erscheinung, welche mit Vers. 2 gar nicht harmonirte, überraschte mich sehr, und weil beym Zersprengen der Röhre etwas Quecksilber aus dem kurzen Schenkel des Heberbarometers in den Ballon gekommen war; so verfiel ich auf die Idee, ob nicht dieses nach seiner bekannten Affinität etwas Wasser gebunden habe, und dessen Expansion hindere. Ich brach deswegen unnöthiger Weise diesen Versuch ab, ohne entscheidende Resultate erhalten zu haben, da die Menge des Quecksilbers für die Quantität Wassers, die es gebunden enthalten sollte, viel zu klein war, und leider habe ich auch nachher noch mehrere Versuche vergeblich angestellt, bis ich entdeckte, dafs ohne gehörige Vorsicht das Wasser an der messingnen Fassung präcipitirt wurde, an welcher das Thermometer befestigt war, und deren Temperatur leicht durch die gröfsere Leitungsfähigkeit

des metallenen Hahns tiefer herabging. Sobald ich die Ursache der Fehler gefunden, kostete es nicht viele Mühe, dieselben zu beseitigen, aber vorher überraschte es mich sehr, in einigen Versuchen das Verhältnifs der Dichtigkeit des Wasserdunstes bey niedrigern Temperaturen viel gröfser zu finden, als ich mit zuverlässiger Genauigkeit vorher für höhere Temperaturen gefunden hatte. Alle diese habe ich übrigens, wie sich von selbst versteht, ganz weggelassen, und die Fehler beging ich nur dann, wenn ich die allmälige Abkühlung zu beobachten verhindert wurde, und ich späterhin den Ballon bey sehr niedriger Temperatur völlig klar fand.

Versuch 4.

Nachdem ich mit möglichster Sorgfalt den Apparat wieder eingerichtet hatte, um die so verschiedenen Resultate genau zu prüfen, schritt ich zu einem folgenden Versuche. Das Wasser im Röhrchen wog 25,25 Mites, und machte daher

$$\log. v = 0{,}1887830 - 4$$
$$\log. 25{,}25 = 1{,}4022614$$
$$\log. J = 0{,}5910444 - 3$$

$$0{,}0038998 = \frac{1}{256{,}42} \text{ Cub. Zolle oder}$$

$$0{,}00002516 = \frac{1}{39745} \text{ vom Inhalte des Bal-}$$

lons aus. Das Barometer zeigte 2''' Differenz, und die anwesende Luft betrug demnach 0,92 . . . Cub. Zoll, welche Gröfse in Hin-

sicht auf die Dichtigkeit weniger als auf Elasticität des Wasserdunstes in Betrachtung kommt. Vor allen war mir darum zu thun, den Punkt der vollen Verdunstung zu bestimmen, und ich glaube diesen bey 19°,5 und 11 Lin. Barometerstand sehr genau gefunden zu haben.

Nachdem ich mich hinlänglich überzeugt hatte, daſs der ganze Apparat vollkommen luftdicht war, versuchte ich durch almäliges Erwärmen die Elasticitäten des Wasserdunstes zu erforschen. Bey diesen Beobachtungen, welche ich mit der in der Einleitung beschriebenen Vorsicht anstellte, zeigten sich mir zwey sehr wesentliche Erscheinungen, welche durch eine und dieselbe Ursache hervorgebracht werden. Als ich nämlich den Apparat wegen der schlechten Leitung des leeren Raumes mit einem groſsen Aufwande von Zeit langsam erwärmte, und die den Temperaturen zugehörigen Barometerstände notirte, nachher aber den Ballon almälig erkalten lieſs, und für die nämlichen Thermometergrade die Höhen des Barometers abermals aufzeichnete, fand ich einen nicht ganz geringen Unterschied, indem die lezteren, mit Ausnahme derer, die nahe um den Gefrierpunkt liegen, und die ich nicht anders als durch sehr langsame Abkühlung erhielt, merklich gröſser waren, als die ersteren. Anfangs suchte ich den Grund in einer unrichtigen Beobachtung des Thermometers oder in einer schweren Beweglichkeit des Quecksilbers in den Schenkeln des Barometers; als ich aber bey den folgenden Versuchen diese Erscheinung constant fand, entdeckte sich mir sehr bald die Ursache derselben. Es wird nämlich

eine etwas lange Zeit erfordert, bis der erwärmte Dunst den Wärmestoff und mit ihm seine Expansion verliert, und eben so beym tropfbar flüssigen Wasser, ehe dasselbe in den Zustand der Dunstform übergeht. Anfangs hielt ich daher die zulezt erhaltene Reihe für die richtige, überzeugte mich aber bald, dafs ich die sichersten Resultate erhalten würde, wenn ich aus zwey Reihen das arithmetische Mittel nähme, welches Verfahren ich daher immer befolgt habe.

Eine andere, nicht minder interessante, und mir anfangs sehr auffallende Beobachtung ist diese, dafs bey abnehmender Wärme, sobald die Temperatur der Glaswände einige Grade unter diejenige herabsinkt, welche im Innern des Ballons ist, die expandirten Dünste an denselben niedergeschlagen werden. In dem erwähnten Versuche z. B. zeigte das Thermometer im Innern des Ballons noch 25°, die Wände aber hatten sicher noch eine Temperatur von 20° — 22° und dennoch zeigte sich ein starker Niederschlag, welcher sogleich wieder verschwand, wenn ich die Wände bis nahe an die Temperatur des Thermometers erwärmte. Späterhin diente mir dieses zu einem trefflichen Mittel den Punkt der vollen Verdunstung zu bestimmen (*). Folgendes sind die arith-

(*) Es wird nicht überflüssig seyn, zu bemerken, dafs die Erwärmung des Ballons keineswegs blofs bis zu dem angezeigten höchsten Grade geschahe, sondern allezeit etwas höher. Mehrere Erfahrungen nämlich überzeugten mich bald, dafs in sehr vielen Fällen der Stand des Thermometers der völligen und gleichmäfsigen Erwärmung des ganzen Apparats, vorzüglich bey beträchtlichen Quantitäten der verdunsteten Flüssigkeit

metischen Mittel der beobachteten Thermometer und Barometerstände in Reaumürschen Graden und pariser Linien Duodecimalmaſs —

t	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°
b	3,75	4,75	6,25	9,25	11,75	12,75	13,50	13,75

Die hier beobachteten Elasticitäten enthalten die gemeinschaftlichen Wirkungen der noch im Ballon enthaltenen Luft und des Wasserdunstes, da die zurückgebliebene Luft bey der Art der Behandlung für ziemlich trocken gelten kann. Um aber die erhaltenen Resultate in jeder Hinsicht zu benutzen, ist es erforderlich, beyde von einander zu trennen, welches auf keine andere Weise geschehen kann, als wenn die mit der Temperatur wachsende Elasticität der Luft nach der oben angegebenen Formel berechnet und von dem beobachteten Barometerstande abgezogen wird, wodurch der Rest die Elasticität des Dunstes enthält. Denn da nach dem mariotteschen Gesetze die Dichtigkeit der Luft ihrer Elasticität direct proportional ist, so muſs durch erhöhete Temperatur bey einem durch das Heberbarometer gemessenen Barometerstande $= b$ der corrigirte Barometerstand $b' = b (1 + nt)$ werden, wobey n den oben angezeigten Werth von 0,004823 beybehält. Die Rechnung kann dadurch leicht abgekürzt werden, daſs man für die stets gleichen Temperaturen den log. vulg. von $(1 + nt)$ sucht,

voraus eilt. Höher als bis 35°, später 40° und zulezt 50° wollte ich die Erwärmung nicht treiben, aus Furcht, den Kitt der Fassung zu sehr zu erweichen.

und hierzu dann jedesmal den log. b addirt, auf welche Weise alle folgenden Exempel berechnet sind.

t.		b.		El. d. Luft.	El. d. Dunstes.
0	—	3,75	—	2,0000	1,7500
5	—	4,75	—	2,0482	2,7017
10	—	6,25	—	2,0964	4,1535
15	—	9,25	—	2,1447	7,1052
20	—	11,75	—	2,1930	9,5569
25	—	12,75	—	2,2411	10,5088
30	—	13,50	—	2,2894	11,2105
35	—	13,75	—	2,3376	11,4123

So sehr ich mich bey der Erzählung der Versuche aller Bemerkungen zu enthalten, und nichts weiter, als eine reine Darstellung der beobachteten Erscheinungen zu geben wünsche, so würde es doch den Zusammenhang im nachfolgenden zweyten Theile zu sehr stören, wenn ich in demselben nicht die Resultate der Versuche ohne neue Berechnungen derselben benutzen könnte, und ich mufs daher schon jezt auf eine Bedingung aufmerksam machen, wodurch die erhaltenen Beobachtungen sehr modificirt werden. Gleich anfangs fiel mir die Frage auf, ob von zwey gemischten, heterogenen elastischen Flüssigkeiten die Elasticität der Mischung der Summe der Elasticitäten beyder gleich sey, oder kleiner, wenn beyde durch chemische Anziehung sich inniger verbinden? Das leztere schien mir aus theoretischen Gründen wahrscheinlicher und die Bestätigung dieser Hypothese hat auch unter andern H. P. Schmidt (*) durch seine schätz-

(*) S. Handbuch p. 301.

baren Versuche gefunden; und zur vollen Ueberzeugung wurde ich selbst gebracht, als ich durch Vergleichung der verschiedenen Resultate, wobey vorzüglich die im 26sten Versuche erhaltenen wichtig sind, auf das bestimmteste wahrnahm, daſs die durch die vorige Berechnung erhaltenen Elasticitäten beträctlich zu klein waren, sobald mehrere Linien des Barometers als Wirkung des Luftdrucks abgezogen werden muſsten. Nun aber entsteht die Frage, auf welche Weise die verbundenen Gröſsen getrennt, und die Elasticitäten des Dunstes für sich allein aufgefunden werden können? Es scheint mir, daſs dieses am leichtesten und sichersten geschehen könne, wenn sich für irgend eine Temperatur die Elasticität des Wasserdunstes ausmitteln läſst, und diese von dem beobachteten Barometerstande abgezogen, der Rest aber als das Maſs der Elasticität der Luft angesehen wird. Dieser Rest müſste dann nach der angezeigten Formel für die verschiedenen Temperaturen berechnet und abgezogen werden, allein da sich bald zeigt, daſs die Barometerstände, wodurch die Elasticität der Luft ausgedrückt wird, so geringe sind, so gewährt es hinlängliche Genauigkeit, eine solche Berechnung eben sowohl, als die durch die Ausdehnung des Glases erforderliche Correction wegzulassen.

Zugleich leidet es kein Bedenken, daſs wir zur Bestimmung der Elasticität des Wasserdunstes keine andere wählen dürfen, als diejenige, welche dem Gefrierpunkte zugehört, theils weil bey dieser Temperatur bey allen Versuchen noch eine hinlängliche Menge Wasser zur

Bildung des elastischen Dunstes vorhanden war, theils weil ich allezeit vom Gefrierpunkte ausgegangen bin, und den Barometerstand, welcher demselben zugehörte, am genauesten beobachtet habe, um jederzeit von dem luftdichten Schliefsen des Apparats überzeugt zu werden. Um aber die Frage zu entscheiden, wie grofs die Elasticität des Wasserdunstes bey 0° ist, lassen sich mehrere Angaben benutzen. H. H. Mayer (*) findet aus seiner Formel diese Gröfse 0″,21, aus Beobachtungen 0″,19. H. P. Schmidt (**) giebt sie nach seinen neuesten Versuchen zu 0″,18 an, und diese leztere Bestimmung würde ich unbedenklich wählen, sowohl wegen des Resultates des 26sten Versuchs, als auch vorzüglich aus der Ueberzeugung, dafs die aus der Berechnung nach der Mayerschen Formel erhaltenen Gröfsen fast alle um eine geringe Kleinigkeit zu grofs sind, wenn ich nicht bey den sämtlichen Berechnungen die durch die Formel gefundenen Gröfsen benutzen wollte, und deswegen auch hier dieselben als Norm zum Grunde legen müfste. Die berechneten 0,21 Zoll also betragen auf Linien reducirt 2‴,52, welche bey diesem und den folgenden Versuchen von dem für 0° gefundenen Barometerstande abgezogen die Expansion der Luft geben. Hiernach erhalten wir für die Elasticität des Wassesdunstes = ε, und den beobachteten Stand des Heberbarometers = b, folgende Gröfsen

(*) S. Commentatio de lege vis elasticae vaporum cet. 1809. in Comment. Soc. Reg. Gott. vol. 1. ad ann. 1808 — 1811.

(**) Handbuch d. Nat. I. 296.

t	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°
b	3,75	4,75	6,25	9,25	11,75	12,75	13,50	13,75
c	2,52	3,52	5,02	8,02	10,52	11,52	12,27	12,52

wobey die Elasticität der Luft = (3,75 — 2,52) = 1,23 angenommen ist. Der Kürze wegen werde ich bey allen folgenden Versuchen die auf die vorige Weise berechneten Elasticitäten mit a, die durch die zulezt angegebene Rechnung gefundenen aber mit b bezeichnen, und beyde neben einander setzen.

Diese Untersuchungen hatten mich anhaltend bis zum 28sten Dec. beschäftigt, und ich konnte dann erst das Verhalten der Dünste in Verbindung mit gröſseren Mengen Luft prüfen. Zu diesem Ende schrob ich auf das Verbindungsstück des Ballons zwey kleine Guerieksche Halbkugeln von Messing, welche sehr genau in einander geschliffen sind. In die untere setzte ich in einer messingnen Kapsel eine kleine Quantität salzsauren Kalk, welcher so begierig die Feuchtigkeit anzog, daſs ein anderer in meinem Studirzimmer freystehender Theil schon nach 12 Stunden fast gänzlich zerflossen war. Mit Unrecht aber glaubte ich seine Affinität zur Feuchtigkeit der Atmosphäre durch Erhitzung zu vermehren, denn ich habe seitdem gefunden, daſs er dann gar nicht zerflieſst, wenn er nach dem Abrauchen einer etwas stärkeren Hitze ausgesetzt wird. Den Ballon mit den Halbkugeln, welche den salzsauren Kalk enthielten, setzte ich in mein Büchercabinet, und lieſs ihn hier einigemale bis ohngefähr auf den Gefrierpunkt erkalten, indem ich ihn zuweilen wieder etwas er-

wärmte, liefs ihn dann in einer Temperatur von 4° noch 10 Stunden, im Ganzen 18 Stunden stehen. Nachdem dann eine Quantität Luft aus den Halbkugeln in den Ballon geströmt, darauf alles wieder verschlossen war, erkaltete das Ganze bis 0°, wobey ein Theil des Niederschlags gefror, ein anderer noch tropfbar flüssig blieb, und das Barometer zeigte genau 9''',75. Von einem Nebel konnte ich nichts entdecken, als die Luft hinzugelassen wurde, vielleicht weil die Luft trocken und die Temperatur sehr niedrig war, auch weifs ich nicht mit Bestimmtheit anzugeben, ob das Thermometer gestiegen sey, obwohl es mir nach dem Zulassen der Luft 0°,5 höher zu stehen schien, als vorher. Die erforderliche Beobachtung des Barometers und die durch den früher entstandenen Niederschlag bewirkte Trübung der Wände machte es mir unmöglich, über diese Erscheinungen bestimmter zu urtheilen.

Zuerst suchte ich den Punkt der vollen Verdunstung dieser neuen Mischung von Luft und Dunst aufzufinden und notirte ihn genau wie vorher bey 19°,5 und 18 Lin. Barometerstand. Die beobachteten Elasticitäten nach der angegebenen Methode berechnet und angenommen, dafs die Vermehrung der Luft den vorher für die Elasticität des Dunstes durch Abzug des ursprünglichen Barometerstandes bey 0° gefundenen Werth nicht abgeändert habe, liefern folgende Gröfsen

t.		b.		El. d. Luft.		El. d. Dunstes.
0	—	9,75	—	8,000	—	1,7500
5	—	11,50	—	8,1929	—	3,3071
10	—	13,00	—	8,3858	—	4,6142
15	—	15,75	—	8,5788	—	7,1712
20	—	18,75	—	8,7717	—	9,9783
25	—	19,75	—	8,9646	—	10,7854
30	—	20,50	—	9,1575	—	11,3425
35	—	21,00	—	9,3505	—	11,6495

Versuch 5.

Ich aptirte ein Röhrchen mit 16 Mites Wasser, welche also

$$\log. v = 0{,}1887830 - 4$$
$$\log. 16 - 1{,}2041200$$
$$\log. J = 0{,}3929030 - 3$$

$0{,}0024712 = \frac{1}{404{,}66}$ Cub. Zoll oder

$0{,}000015943 = \frac{1}{62723}$ vom Inhalte des Ballons ausmachten.

Als ich den Ballon exantlirt hatte, und ihn umkehrte, zeigte das Barometer 2''',75 bey einer Temperatur von 10°. Um das Vacuum vollkommener zu machen, wollte ich ihn nochmals aufschrauben, allein das Röhrchen zersprang durch die Bewegung, und weil ich den Versuch mit aller möglichen Sorgfalt zubereitet hatte, so wünschte ich ihn auch weiter zu verfolgen. Es war mir sehr überraschend, den Punkt der vollen Verdunstung schon bey 2°,75 und 4''',5 des Barometers zu

finden, indeſs muſste ich aus einem nachherigen Steigen des Barometers schlieſsen, daſs noch etwas Wasser in tropfbar flüssiger Gestalt im Röhrchen zurückgeblieben sey, welches um so leichter geschehen konnte, da ich mich sehr beeilte, den Ballon abzukühlen, um vor der erwarteten gelinderen Witterung noch den Barometerstand für den Gefrierpunkt zu finden. Inzwischen konnte ich dieses doch nicht erreichen, indem die Wetterveränderung den 4ten Jan. wirklich eintrat, aber ich freuete mich von der vollkommenen Dichtigkeit des Apparats gegen eindringende Luft die überzeugendsten Beweise zu erhalten.

Ohngeachtet ich den Barometerstand für 0° nicht messen konnte; so lieſs ich mich dadurch doch nicht abhalten, den Stand des Elasticitätsmessers für die übrigen Grade aufzuzeichnen. Um in diesen erhaltenen Gröſsen den Einfluſs der Luft zu sondern, wird es genügen, den für 10° beobachteten Barometerstand für die höheren Temperaturen nach der Formel zu berechnen, woraus folgende Werthe erhalten werden.

t	b		El. d. Luft.		El. d. Dunstes a	El. d. Dunstes b
5	4,75	—	2,6837	—	2,0663	3,23
10	7,25	—	2,7500	—	4,5000	5,73
15	9,25	—	2,8163	—	6,4337	7,73
20	10,25	—	2,8826	—	7,3674	8,73
25	10,50	—	2,9490	—	7,5510	8,98
30	10,75	—	3,0153	—	7,7347	9,23
35	11,00	—	3,0816	—	7,9184	9,48

Hierbey ist die für 10° durch Rechnung gefundene Elasticität des Dunstes als Norm angenommen.

Bey einer hiernächst sorgfältig angestellten Untersuchung fand ich den Punkt der vollen Verdunstung bey 12° R. und 8''',5 Barometerstand. Auch bey diesem Versuche machte ich die früher erwähnte Beobachtung, dafs sich bey schneller Abkühlung des Ballons an den Wänden ein beträchtlicher Niederschlag zeigte, wovon die ersten Spuren meistens schon bey 15° zu erscheinen pflegten.

Um nochmals den Versuch mit hinzugelassener trockner Luft zu wiederholen, bediente ich mich diesesmal des caustischen Cali, welches ich in einer messingnen Büchse einige Minuten in starker Hitze fliefsen liefs, dann noch heifs in die Halbkugeln verschlofs, und den ganzen Apparat in einer niedrigen Temperatur erkältete. Nach 10 Stunden war das Thermometer auf 5° herabgegangen und das Heberbarometer zeigte seinen vorigen Stand. Ich liefs daher aus den Halbkugeln so viel Luft in den Ballon strömen, dafs das Barometer 13''',75 zeigte, beobachtete dabey kein Steigen des Thermometers, wohl aber ein flüchtiges, im Innern des Ballons statt findendes Entstehen eines sehr feinen Nebels, welcher im Augenblicke des Entstehens wieder verschwand. Die Temperatur auf den Gefrierpunkt herabzubringen war unmöglich, indefs blieb der Ballon bey 12° noch völlig klar, und die zugelassene Luft hatte also die Expansion der Dünste nicht geändert. Folgende zusammengehörige Barometerstände und Thermometergrade sind nach unmittelbarer genauer Beobachtung aufgezeichnet, und nach der Voraussetzung berechnet, dafs die Expansion des

Dunstes bey einer Temperatur von 10° durch die hinzugelassene Luft nicht geändert sey, mithin die Elasticität der im Ballon befindlichen Luft nach der Formel b (1 + nt) für die verschiedenen Thermometergrade berechnet werden könne.

t.		b.		El. d. Luft.		El. d. Dunstes
5	—	13,75	—	11,466	—	2,284
10	—	16,25	—	11,750	—	4,500
15	—	18,75	—	12,033	—	6,717
20	—	20,00	—	12,316	—	7,684
25	—	21,00	—	12,600	—	8,400
30	—	21,75	—	12,883	—	8,867
35	—	22,50	—	13,166	—	9,334

Als ich nach Beendigung dieses Versuchs am 7ten Jan. einen neuen anstellen wollte, zerbrach in der engen Mündung des Ballons sowohl das Heberbarometer als das Thermometer durch Unvorsichtigkeit, indem sie sich in ihrer Lage gegen einander etwas verschoben hatten, und weil ich beyde nicht sogleich ersetzen konnte, beschloſs ich zuvor ohne dieselben einige Versuche zu machen.

Durch die erzählten Beobachtungen hatte ich auf dem Wege der unmittelbaren Erfahrung gefunden, daſs eine geringe Quantität Luft, deren Elasticität einigen Linien proportional ist, den im Ballon enthaltenen Wasserdunst nicht niederzuschlagen vermogte. Dagegen ist es eine allgemeine Erfahrung, daſs unter einer exantlirten Campane beym Zulassen der (wenn gleich trockenen) atmosphärischen Luft, wie verschieden auch der jedesmalige Barometerstand seyn mag, wenn vor-

her Feuchtigkeit unter derselben war, allezeit ein merkbarer Nebel entsteht, und eben diese Beobachtung machte ich gleichfalls ohne Ausnahme bey den erwähnten Versuchen, wenn ich den Hahn des Ballons öffnete und die atmosphärische Luft einströmte. Hierauf gründet sich der Satz, daſs die Quantität des in einem gewissen Raume expandirten Wasserdunstes bey gleicher Temperatur dem Drucke der Luft umgekehrt proportional sey, oder aber, daſs bey vermehrtem Luftdrucke eine Quantität Dunst ausgeschieden und in tropfbar flüssiger Gestalt dargestellt werde. Biot (*) sieht diesen Satz als ein unbestrittenes Axiom an, (wenn er anders nicht eine unerweisliche absolute Raumverminderung als nothwendige Bedingung voraussetzt), und gründet darauf seinen Beweis der Fortpflanzung des Schalles durch Dämpfe und Freywerdung des Wärmestoffs durch die Schallwellen nach de la Place's Ansicht, worüber ich mich an einem andern Orte ausführlich erklärt habe (**). Für die Behauptung sprechen allerdings die Beobachtungen, welche Rhoebuck im Gebläsekasten des Hohofens zu Devonshire machte (***), daſs sowohl beym Anlassen des Gebläses, als beym Stillstande desselben ein bald vorübergehender Nebel entstand, und ähnliche Erscheinungen, die bey der Compression der verschiedenen Luftarten im gläsernen Tachopyrion wahrgenommen wurden (****). Ganz entgegengesetzt

(*) Gilb. Ann. XXXV. 425. XLIX. 154.
(**) Gilb. Ann. XLVIII. 83.
(***) Gilb. Ann. IX. 45.
(****) Gilb. Ann. XXX. 276.

ist dagegen diejenige Ansicht dieser Erscheinungen, welche durch Saussüres Versuche hauptsächlich begründet (*) späterhin allgemein angenommen ist, daſs der lufterfüllte Raum eine gleiche Quantität Wasserdunst aufzunehmen vermag, als der leere, und hiermit steht Daltons Theorie (**) in genauer Uebereinstimmung, welche er von der Art der Existenz mehrerer heterogener expansibeler Flüssigkeiten in einem und demselben Raume aufgestellt hat.

Wollen wir die Theorie und Erfahrung zugleich befragen, so geht zwar die Saussüresche auf einige nicht ganz genügende Versuche gegründete Behauptung bloſs bis zu einem Luftdrucke der Atmosphäre, allein da dieser wechselnd ist; so läſst sich kein Grund angeben, warum gerade hier eine Grenze seyn,

(*) Eine weitere Erörterung dieser Frage im zweyten Theile in den Anmerkuugen. Da ich mich an diesem Orte gegen die Ansichten eines de la Place und Biot erklärt habe, welche noch dazu ganz kürzlich in H. Dr. Olbers anscheinend einen Vertheidiger gefunden haben; so halte ich es für Pflicht, zu bemerken, daſs ich noch jezt von meiner Meinung nicht abgehen kann. Ganz offenbar kann Biot nicht eingeräumt werden, daſs durch die Schallwellen eine absolute Zusammendrückung des elastischen Medii statt findet, weil dasselbe abflieſsen und sich dadurch wieder ins Gleichgewicht setzen kann, und wenn er sich zur Unterstützung seiner Behauptung auf die Schnelligkeit der Schallwellen beruft, so muſs nachgewiesen werden, warum tiefe und hohe Töne gleich schnell fortgepflanzt werden, da doch die sie erzeugenden Schallwellen bis zum fünfhundertfachen der Geschwindigkeit verschieden seyn können. Ich wünsche sehr, durch Gründe hierüber belehrt zu werden, da ich groſsen Autoritäten ungern unbedingt folge.

(**) S. Fischer a. a. O. p. 15. und Benzenberg an den Orten, wo er sich verschiedentlich für diese Theorie erklärt hat.

und das Gesetz nicht auch für einen stärkeren, und endlich für einen unendlichen Luftdruck statt finden sollte. Dagegen aber läſst sich mit vollem Rechte argumentiren, daſs wenn man sich die constituirenden Bestandtheile der Gasarten in einer gewissen Entfernung zu denken berechtigt ist, und die constituirenden Bestandtheile der Dünste zwischen ihnen vertheilt, die lezteren durchaus verdrängt werden müssen, wenn die ersteren in unmittelbare Berührung untereinander kommen. Gesetzt aber, diese Ansicht wäre die richtige; so ist noch nicht entschieden, wann dieses Maximum der Dichtigkeit eintrit. Vergleichen wir die Luft mit festen Körpern, z. B. Salzen, Erden oder Hölzern, und berücksichtigen die Menge Wasser, welche die lezteren aufzunehmen vermögen, ohne daſs es mechanisch aus ihnen herausgepreſst wird; so ist es nicht schwer, den Beweis zu führen, daſs keine mechanische Kraft die Luft so stark zu verdicken vermag, daſs ihre Bestandtheile einander näher kommen, mithin sie selbst specifisch schwerer würde, als die genannten Körper, und auch dann müſste die Luft unter gleichen Bedingungen der Affinität den Wasserdunst in sich zurückhalten, wobey sich von selbst versteht, daſs derselbe auch in tropfbar flüssiger Gestalt vorhanden seyn könnte.

Weit wichtiger als alle diese Hypothesen schien es mir, die Frage nochmals bestimmt auf dem Wege der Erfahrung zu entscheiden. Hierzu war nichts weiter erforderlich, als zu versuchen, ob der im leeren Raume durch eine gewisse Temperatur expandirte Wasser-

dunst auch in seiner Verbindung mit trockner atmosphärischer Luft bis zu einer dem mittleren Barometerstande proportionalen Dichtigkeit völlig expandirt bleiben würde. Billig sollte hierzu absolut trockne Luft angewandt werden, aber wie läfst sich diese erhalten? Zwar haben wir Körper, welche der Luft begierig die Feuchtigkeit entziehen, aber ob sie nicht einen Rückstand lassen, ist nicht erwiesen, und wahrscheinlich nie zu erweisen, da nach der sehr richtigen Bemerkung von Berzelius die chemischen Affinitäten leicht allen mechanischen Kräften trotzen. Gesetzt also, man wollte die atmosphärische Luft durch glühende Röhren über glühendes Cali streichen lassen, so würden die möglichen Zersetzungen und die Feuchtigkeit des Quecksilbers unübersteigliche Hindernisse seyn, und dann wäre es doch noch immer fraglich, ob auf diese Weise der Zweck erreicht werden könnte. Dennoch entschlofs ich mich eine Reihe Versuche anzustellen.

Versuch 6.

Der Ballon war diesesmal ganz leer, und hatte weder Thermometer noch Barometer, hauptsächlich um vorläufig im Allgemeinen zu bestimmen, ob die Frage auf diesem Wege der Untersuchung überall beantwortet werden könne. Das Röhrchen enthielt 19,5 Mites Wasser und machte daher

log. v	=	0,1887830 — 4
log. 19,5	=	1,2900346
log. J	=	0,4788176 — 3

(*) Gilb. Ann. XL. 259.

giebt 0,00301174 . . . $= \frac{1}{332,04}$ Cub. Zoll

oder 0,00001943 $= \frac{1}{51465}$ vom Inhalte des Ballons aus.

Nachdem der Ballon möglichst luftleer exantlirt, und das Röhrchen zersprengt war, suchte ich den Punkt der vollen Verdunstung zu bestimmen, und fand diesen durch ein nebenhängendes Thermometer bey 15° bis 16°. Dieses geschah am 9ten Januar, und der Apparat blieb ungeändert bis zum 11ten stehen. Zu gleicher Zeit aptirte ich einen kleinen, zur Cuthbersonschen Luftpumpe gehörigen Reserveteller, welcher sich auf das Verbindungsstück des Ballons schrauben liefs, mit einer Campane, welche durch eine gute Pomade luftdicht auf denselben gestürzt wurde. Unter derselben stand ein hölzernes Schälchen mit caustischem Cali, welches ich auf einer eisernen Platte bis über die Siedehitze erwärmt hatte, indem ich hoffte, hierdurch das Laugensalz zur Aufnahme der Feuchtigkeit empfänglicher zu machen, wobey das Holz des Schälchens durch einiges zerflossenes, in die Zwischenräume desselben dringendes Cali roth gefärbt wurde. Weil ich aber zugleich die Gewichtszunahme auszumitteln mir vorgenommen hatte, durch die nämliche Portion Cali aber sowohl die Luft in der Klocke als im Ballon ausgetrocknet werden mufste; so war es erforderlich, auch den cubischen Inhalt der ersteren aufzufinden. Ich hing sie deswegen auf der Süfserotschen Waage in Schnüren

so auf, daſs der nach oben gerichtete Boden genau in einer horizcntalen Ebene lag, füllte sie mit Regenwasser, welches sehr nahe bis zum Eispunkte erkältet war, und glaubte ohne Correction wegen dieser niedrigern Temperatur den Inhalt mit genügender Sicherheit durch das Gewicht auffinden zu können. Das Wasser in der tarirten Klocke, welche bis an den Rand im ganz horizontalen Niveau angefüllt war, und für diesen Stand durch den, auf der Waagschale aufstehenden Knopf regulirt werden konnte, wog 136,75 Unzen engl. Troy-Gewicht. Nach dem oben angezeigten Werthe dieses Gewichtes betrug dasselbe $136{,}75 \times 8724 = 1193007$ Richtpfthl., woraus das Verhältniſs ihres Inhaltes zu dem des Ballons $= \frac{1193007}{861422{,}3} = 1{,}385$ — und der Verhältniſs-Logarithme $= 0{,}1414269$ gefunden wird. Nach einer ausführlichern Rechnung ist $J = \frac{5 \times 1193007}{87 \times 288{,}21} \left(\frac{139{,}13}{144}\right)^3$ Cub. Zoll, also

$$
\begin{array}{rcl}
\log. 5 & = & 0{,}6989700 \\
\log. 1193007 & = & 6{,}0766430 \\
-\ \log. 87 & = & 8{,}0604806 \\
-\ \log. 288{,}21 & = & 7{,}5402909 \\
3.\ \log. \left(\frac{139{,}13}{144}\right) & = & 0{,}9551749 \\
\hline
\log. J. & = & 2{,}3315594
\end{array}
$$

giebt 214,56 Cub. Zoll, und den Verhältniſs-Logarithmen

$$
\begin{array}{r}
2{,}3315594 \\
-\ 2{,}1901325 \\
\hline
0{,}1414269
\end{array}
$$

genau wie oben.

So oft ich demnächst in ungleichen Zeiträumen von der unter der Campane ausgetrockneten Luft in den Ballon lassen wollte, schrob ich den Teller auf das Verbindungsstück, öffnete den Hahn, und hierdurch wurde die Luft in beyden Räumen gleichmäfsig vertheilt. Nach Verschliefsung des Hahns und Wegnahme des Tellers drang die äufsere Atmosphäre wieder unter die Campane und ward gleichfalls ausgetrocknet, wobey ich jedoch in den ersten Versuchen die freye Communication durch die enge Oeffnung des Tellers nicht verschlofs. Als dieses zuerst nach 48 Stunden, nachher aber beständig nach der Hälfte dieser Zeit bis zum 16ten Jan. wiederholt war, durfte ich den Ballon für nahe ganz angefüllt ansehen, insofern der noch existirende Mangel durch die von der erhöheten Temperatur bewirkte Ausdehnung mehr als vollkommen ersetzt werden konnte.

Um nämlich auch hinsichtlich auf kleine Nebenumstände diese Versuche aus dem richtigen Gesichtspunkte aufzufassen, darf ich nicht unbemerkt lassen, dafs mein Studirzimmer im Allgemeinen eine niedrige Temperatur hatte, die an den verschiedenen Orten sehr ungleich, und in der Mitte, wo der Apparat stand, bey Tage meistens nicht höher als 10 war. Das Zimmer liegt nach Nordost und Südost frey, nach barometrischen Messungen 197 Fufs über dem Spiegel der unten im Thale vorbeyfliessenden Lahn, und wurde eben wegen dieser Versuche nach Tische selten geheitzt. Bey der strengen Kälte des Winters pflegte daher ein Glas mit dem, während der Nacht gebil-

deten Eise in der vom Ofen entferntesten Ecke des Zimmers bis gegen Mittag nicht völlig aufzuthauen, weswegen ich die Barometerstände für 10° und 5° meistens eben so bequem als genau im Zimmer beobachten konnte.

In einer so kalten Temperatur war daher bey diesem 6ten Versuche stets ein Theil niedergeschlagenen Dunstes an den Wänden des Ballons sichtbar. Als ich zum erstenmale Luft hinzuliefs, bemerkte ich sehr deutlich einen entstehenden Nebel, welcher sich gleichfalls an den Wänden anlegte, allein er verschwand nach ohngefähr 30 Minuten, und es schien mir nicht, als wenn der vorher bemerkte Niederschlag vermehrt worden wäre. So weit es mir durch ein dicht neben den Ballon gehängtes Thermometer möglich war, genau zu beobachten, glaube ich gefunden zu haben, dafs die Verdunstung des Wassers in dem mit Luft erfüllten Ballon in der nämlichen Temperatur statt hatte, als vorher im luftleeren Raume, allein die Art dieses Naturprocesses ist in beyden Fällen sehr verschieden. Sobald blofser Wasserdunst im Vacuo existirt, ist der Uebergang desselben zum tropfbar flüssigen Zustande, und aus diesem wieder zur Expansion viel schneller, als wenn trockne Luft den Raum erfüllt, auch eilt der für sich bestehende Dunst mit viel gröfserer Schnelligkeit den kälteren Körpern zu und entfernt sich von den wärmeren, als wenn er in der Luft schwebt, so dafs ein feiner Nebel an den Wänden des Ballons fast augenblicklich durch die Annäherung der warmen Hand zu verschwinden pflegt,

gleichsam als hätte man ihn von der Aussenseite weggewischt.

Beym Anfange des Versuchs hatte ich das Schälchen mit dem Cali tarirt. Bey Beendigung desselben fand ich die Gewichtszunahme = 29 Mites, wodurch die Quantität der absorbirten Feuchtigkeit gegeben wird. Diese Operation belehrte mich zuerst von der Anwendbarkeit des Aetzcali, so wie man es aus den Officinen in Stangen oder Stücken erhält, ohne alle weitere Vorbereitung durch Erhitzen oder Glühen, und mehrere Vergleichungen haben mich nachher überzeugt, dafs diese einfache Methode bey weitem die vorheilhafteste ist, denn selbst das Wiegen mufs allezeit sehr schnell geschehen, weil sonst die Substanz so begierig die Feuchtigkeit an sich reifst, dafs sie bey der Operation selbst an Gewicht stets zunimt. Weil ich aber hierauf vorbereitet war; so fand ich hierin durch die sehr bequeme Einrichtug der Waage keine grofse Schwierigkeit, und es gelang mir daher sogleich der erste Versuch vollständig.

Vertheilen wir die gefundene Gröfse nach dem oben bestimmten Verhältnisse, von 1 : 1,3854 . . . so kommen auf die Feuchtigkeit im Ballon 12,156 . . und auf die Campane 16,836 . . . Mites, woraus wir auf einen Feuchtigkeitszustand schliefsen können, welcher einer Temperatur von ohngefähr 5° zugehört, wiewohl diese Rechnung wegen der nicht verschlossenen Oefnung im Teller keine völlig scharfen Resultate zuläfst, und die sehr genaue Uebereinstimmung mit den gegebenen Bedingungen ist daher blofs zufällig, denn viel

höher als 5° läfst sich die mittlere Temperatur der Luft im Zimmer nicht rechnen.

Versuch 7.

Ehe ich ein für meinen Zweck vollkommen brauchbares Thermometer erhalten konnte, gebrauchte ich ein vom Mechanicus Loos verfertigtes mit einer auf die flach geschliffene und wieder polirte Röhre geätzten Scale, welches blofs in sofern meine Wünsche nicht vollkommen befriedigte, als seine gröfsere Länge nicht erlaubte, die Kugel gerade in die Mitte des Ballons zu bringen, auch hat es die Unbequemlichkeit, dafs der Cylinder etwas grofs ist, mithin die Zeit bis zu seiner völligen Erwärmung länger dauert, als ich bey solchen Versuchen wünsche. Beyden Hindernissen suchte ich durch gröfsere Aufmerksamkeit zu begegnen.

Meine Absicht ging dahin, mit diesem verbesserten Apparate, bey welchem die Temperatur an einem im Ballon selbst befindlichen Thermometer beobachtet werden konnte, den vorigen Versuch genau zu wiederholen, allein das Röhrchen enthielt etwas mehr Wasser, nämlich 21,5 Mites und betrug daher

log. v	=	0,1887830 — 4
log. 21,5	=	1,3324385
log. J	=	0,5212215 — 3

giebt $0{,}00332063 = \frac{1}{301{,}14}$ Cub. Zoll oder

$0{,}0000214 24 = \frac{1}{46678}$ vom Inhalte des Ballons.

Der Ballon wurde den 17ten Jan. möglichst luftleer gemacht, soweit es sich mit dieser Luftpumpe leisten läſst, nämlich etwa bis zu 2 Lin. Differenz am Heberbarometer. Den Punkt der vollen Verdunstung glaube ich in wiederholten, sehr sorgfältigen Versuchen bey 16°,5 R. gefunden zu haben. Am 18ten lieſs ich die erste Portion Luft aus der Campane hinzu, worunter sie über caustischem Cali in einem tarirten hölzernen Schälchen 48 Stunden hindurch getrocknet war. Vorher erwärmte ich den Ballon auf die Temperatur der vollen Verdunstung, so daſs derselbe ganz klar erschien, die Luft in der Campane aber war nach einem neben ihr hängenden Thermometer auf 9° erwärmt. Im Augenblicke des Zulassens zeigte sich ein kaum merklicher Niederschlag, aber kein allgemeiner Nebel. Bloſs an zwey Stellen von geringem Flächeninhalte, ohngefähr 0,75 Zoll Durchmesser haltend, legte sich ein feiner Nebel an, und dieser verschwand sogleich bey der Erwärmung, ohne daſs die Temperatur des Ballons über 16°,5 erhoben wurde. Das Zulassen der Luft geschah übrigens allezeit in der Nähe des Fensters, um gröſsere Helligkeit zu haben, mithin in einer Temperatur, welche niedriger war als diejenige, wobey die volle Verdunstung statt fand. Eben diese Erscheinungen zeigten sich, als ich das zweytemal nach 24 Stunden Luft zulieſs, und ich hielt es daher in der Folge für überflüssig, den Ballon jedesmal auf den Punkt der vollen Verdunstung zu erwärmen. Diese Unterlassung gereuete mich nachher, denn als ich den 21sten Jan. die lezte

Portion zugelassen hatte, und alsdann diesen Punkt genau bestimmen mufste, fand ich ihn zu wiederholtenmalen beständig bey 18° also 1°,5 höher, als ich im Vacuo gefunden hatte. Hierbey darf ich nicht unbemerkt lassen, dafs der Ballon mehr Luft enthielt, als bey der erforderlichen Temperatur zu einer, der äussern ganz gleichen Expansion nöthig war, denn als ich den Hahn öffnete, um zu versuchen, ob vielleicht der stärkere Druck diese beobachtete Abweichung von der früher notirten Temperatur hervorbrächte, entwich eine unbestimmbare Quantität Luft, deren Durchgang durch die Oefnung des Hahns von einem hörbaren Geräusche begleitet war. Nach der Eröffnung des Hahns versuchte ich nochmals, ob nicht der Punkt der vollen Verdunstung jezt tiefer herabkommen würde, allein umsonst, denn er blieb constant auf 18°. An diesem Tage war Morgens Barom. 26″. 11‴8 Cor. Therm. 7°,25 Therm. im Freyen — 2,25. Mittags Bar. 27″,0‴,9 Cor. Therm. 11°,25 Therm. im Freyen — 2. Das Wetter war seit mehreren Tagen trübe und neblich, namentlich war am 16ten, als die Luft unter der Campane gesperrt wurde, Nachts Schnee, den ganzen Tag dicker Nebel und Abends Glatteis. Alle diese Thatsachen habe ich aufgezeichnet, wiewohl ich überzeugt bin, dafs in Hinsicht der zugelassenen Luft ein Fehler begangen seyn mufs, da ich vorher den Punkt der vollen Verdunstung mit sehr grofser Genauigkeit bestimmt hatte, und überhaupt für diese Temperaturen und Wassermengen der

Punkt leichter zu hoch, als zu niedrig gefunden wird.

Die Gewichtszunahme des Alcali betrug 43 Mites. Wenn diese nach dem angegebenen Verhältnisse vertheilt werden; so kommen auf den Ballon 18,027 und auf die Campane 24,972 . . Weil aber die Luft bey derjenigen Temperatur, welche sie beym Einschliefsen in die Campane hatte, nach meinen bisherigen Versuchen so viel Wasser in Dunstform nicht enthalten konnte; so fände die Vermuthung statt, dafs präcipitirter Dunst mechanisch in ihr schwebend oder in dünner Lage den Wänden anliegend, enthalten gewesen sey, wenn nicht der ungehinderte Wechsel der Luft durch die Oefnung im Teller unter der Campane diese Ercheinung genügend erklärte.

Versuch 8.

Weil ich fürchtete, dafs die gesuchten Resultate durch Luft, welche von aufsen in den Ballon eingedrungen seyn konnte, modificirt seyn mögten; so bemühete ich mich, ein Heberbarometer zu verfertigen, welches sich neben dem beschriebenen Thermometer in den Ballon bringen liefse. Dieses gelang mir sehr gut, und ich bereitete daher einen neuen Versuch zu. Das Röhrchen enthielt 13 Mites Wasser, und diese betragen

$$\begin{array}{lcl} \log.\ v & = & 0{,}1887830 - 4 \\ \log.\ 13 & - & 1{,}1139434 \\ \hline \log.\ J & = & 0{,}3027264 - 3 \end{array}$$

$$0{,}00200283 = \frac{1}{498{,}05} \text{ Cub. Zoll oder}$$

$0{,}000012954 = \frac{1}{77197}$ vom Inhalte des Ballons.

Nachdem der Apparat durch 200 Kolbenzüge der Cuthbersonschen Luftpumpe exantlirt war, wollte ich den Grad der Verdünnung messen, allein das Quecksilber im neuen Barometer konnte nicht anders als durch starkes Schütteln in Bewegung gesetzt werden, wodurch sich dasselbe im offenen Schenkel theilte, und für genaue Bestimmungen unbrauchbar wurde. Die Verdunstung des Wassers war bey 12° sehr bald vollständig, der ganz klare Ballon blieb bis 10 Uhr Abends in meinem Zimmer, erkaltete hier langsam bis 0°, und dennoch konnte ich keinen Niederschlag wahrnehmen. Ich setzte ihn dann in das Büchercabinet, und fand am 24sten des Morgens den Stand des Thermometers in demselben — 4°, und dennoch keine Spur von Niederschlag an den Glaswänden, wohl aber einen kaum sichtbaren Ueberzug von Eis am messingnen Träger des Thermometers. Bey dieser Gelegenheit war es, als ich mich von einer hierdurch so leicht möglichen Täuschung völlig überzeugte. Begierig zu wissen, wie weit sich die Erkältung des Ballons treiben lasse, ohne daſs ein Niederschlag an seinen Wänden erblickt würde, stellte ich ihn in ein offenes Fenster, wo er von einem scharfen Nordostwinde getroffen wurde. An diesem Tage war Morgens Barom. 27″,0‴,3. Cor. Therm. 2° Therm. im Fr. — 8. Mittags Barom. 27″,1‴00. Cor. Therm. 6°,75. Therm. im Fr. — 6,75, das Wetter war die

ganze Nacht und auch am Tage trübe mit Schneeluft und etwas Schnee.

Kaum hatte der Ballon etwas über eine Minute im offenen Fenster gestanden, als sich an der nach Aufsen gekehrten Seite ein merkbarer, aber feiner Niederschlag zeigte. Sobald dieser gebildet war, drehete ich den Ballon um; so dafs die mit dem Niederschlage belegte Seite nach dem Cabinette hin gekehrt war, liefs ihn eine Stunde stehen, und fand dann an beyden Seiten einen feinen Niederschlag. Das Thermometer im Ballon stand auf — 6°,1, das im Freyen, nicht weit davon aufgehangene, jedoch durch ein Fenster gegen den Zug der Luft aus dem Zimmer geschützte, auf — 7°,2. Bey diesen Beobachtungen wurde ich zufälliger Weise durch eine höchst interessante Entdeckung überrascht, die mir ein unglaubliches Vergnügen gewährte. In der Meinung nämlich, dafs von Aufsen einige feine Schneeflocken an das Glas geflogen seyn müfsten, versuchte ich dieselben mit etwas Leinen wegzuwischen, um nicht durch die Berührung mit der Hand die Wände zu erwärmen; aber wie grofs war meine Ueberraschung, als ich entdeckte, dafs dieselben im Innern gebildet waren, und nur lose an der sehr klaren Wand festsafsen, ganz von der Gestalt der sehr spitzen kleinen Flocken, die sich so charakteristisch auszeichnen, und bey strenger Kälte und bedecktem Himmel einzeln zu fallen pflegen. Hier war also ein so bedeutender atmosphärischer Prozefs unter meinen Händen vor sich gegangen, und ich bedaure jezt sehr, dafs ich nicht genauer auf die Entstehung und Bil-

dung der Flocken geachtet habe, allein ich glaubte sie in Zukunft nach Willkühr wieder erhalten zu können, und doch hat mir dieses nie wieder in gleicher oder nur nahe kommender Vollkommenheit gelingen wollen.

Inzwischen entdeckte ich, dafs der Apparat nicht luftdicht schlofs, denn das Barometer war während der ganzen Zeit mit ohngefährer Schätzung der Lücken im Quecksilber bis 23 Linien hinaufgegangen. Ich setzte den Ballon wieder auf den Fufsboden des Bücher-Cabinet's, verschlofs das Fenster, fand nach einigen Stunden die Schneeflocken verdunstet, das Thermometer auf — 4° und am Träger des Thermometers wieder einen feinen Ueberzug, welcher durch Erwärmung der Fassung verschwand. Späterhin suchte ich den Punkt der vollen Verdunstung, und fand ihn bey 7°,5 ohne grofsen Fleifs auf die Genauigkeit dieser Beobachtung zu wenden, welche wegen der eingedrungenen Luft immer etwas unsicher bleiben mufste.

Versuch 9.

Der Ballon wurde wie gewöhnlich eingerichtet, und das Röhrchen enthielt 18 Mites Wasser. Diese betragen nach der gewöhnlichen Berechnung

$$\begin{array}{lcl} \log.\ v & = & 0{,}1887830 - 4 \\ \log.\ 18 & = & 1{,}2552725 \\ \hline \log.\ J & = & 0{,}4440555 - 3 \end{array}$$

$0{,}00278 = \frac{1}{359{,}7}$ Cub. Zolle oder

$0{,}000017936 = \frac{1}{55754}$ vom Inhalte des Ballons.

Das Vacuum schien unvollständig, denn das Barometer zeigte 4 Lin. Differenz, indeſs war ein Theil dieser Luft sicher erst nach dem Exantliren durch das Verbindungsleder gedrungen, und auſserdem war der Ballon vorher so vollkommen getrocknet, daſs diese geringe Luftmenge auf die Resultate keinen wesentlichen Einfluſs haben konnte. Dennoch durfte ich den Versuch bloſs zur Bestimmung des Punktes der vollen Verdunstung benutzen, welche ich bey 15° fand, und suchte dann, nachdem ich das Verbindungsleder durch umgelegtes Wachs gesichert, die Erscheinung der Schneeflockenbildung noch einmal hervorzubringen, allein dieses wollte mir nicht gelingen. Die kleinen spieſsigen Eiscrystalle, welche an den Wänden gebildet wurden, glichen denen, die man in ungeheitzten Zimmern bey strenger Kälte an den übrigens klaren Fensterscheiben entstehen sieht, indem die Eisnadeln stärker und durchsichtiger waren, und den eigentlichen Schneeflocken zwar etwas, aber nicht vollkommen ähnlich. Interessant war mir aber dabey die Beobachtung, daſs diese Crystalle im Innern des Ballons aus dem vorher entstandenen feinen Niederschlage gebildet wurden, wodurch mitten in der belegten Fläche ein kreisrunder, völlig klarer, und von allem Niederschlage gänzlich freyer Fleck von 0,5 bis 0,75 Zoll Durchmesser entstand. Durch die Erweiterung derselben ging endlich der

Niederschlag der ganzen belegten Fläche in lauter kleine Crystalle über. Diese nämliche Erscheinung habe ich nachher so oft beobachtet, daſs ich fest überzeugt bin, es liege derselben ein Naturgesetz zum Grunde, aber welches? Wirkt die Anziehung der kleinen Theilchen der Materie bey der Crystallbildung in solche Fernen, und mit einer solchen Stärke, daſs sie die Adhäsion an die Glaswände überwinden kann, oder ist der Wärmestoff das wirkende Agens, indem die Crystalle durch ihre Bildung oder gröſsere Masse eine niedrigere Temperatur erhalten, und dadurch den expandirten Dunst an sich reiſsen? Mir ist das Leztere wahrscheinlich, und ich glaube, daſs bey der Bildung des Crystalles die Affinität der Theile desselben zur Wärme verringert, daher für den Augenblick eine Quantität derselben frey wird, welche den benachbarten Niederschlag expandirt, und dem Crystalle zur weiteren Bildung zuführt.

Versuch 10.

Vor allen Dingen sorgte ich dafür, daſs der Apparat genau luftdicht erhalten werden konnte. Das Röhrchen enthielt 17,75 Mites Wasser, und diese machten

$$\begin{aligned} \log. v &= 0{,}1887830 - 4 \\ \log. 17{,}75 &= 1{,}2491984 \\ \hline \log. J &= 0{,}4379814 - 3 \end{aligned}$$

$$0{,}0027414 = \frac{1}{364{,}77} \text{ Cub. Zolle oder}$$

0,000017686 . . $= \frac{1}{56540}$ vom Inhalte des Ballons aus.

Das Vacuum zeigte 2 Lin. Differenz, das Röhrchen zerbrach ohne Schwierigkeit, allein es war eine geringe Quantität Quecksilber beym Umkehren des Ballons aus dem offenen Schenkel gelaufen, dessen Einfluſs als unbedeutend vernachlässigt werden kann. Die strenge Kälte erlaubte mir die Elasticität des Wasserdunstes auch für — 5° zu untersuchen, und ich erhielt nach derjenigen Berechnung, worin die Elasticitäten der einzelnen Theile der Mischung getrennt werden, nach dem arithmetischen Mittel aus den Beobachtungen bey zunehmender und abnehmender Wärme folgende Gröſsen

t.	b.	El. d. Luft.	El. d. Dunstes a	b
— 5°	— 3,00	— 1,9518	— 1,0482	1,22
0°	— 4,20	— 2,0000	— 2,2000	2,52
5°	— 4,75	— 2,0482	— 2,7018	2,97
10	— 6,80	— 2,0964	— 4,7036	5,02
15	— 9,75	— 2,1447	— 7,6053	7,97
20	— 10,30	— 2,1930	— 8,1070	8,52
25	— 11,00	— 2,2411	— 8,7589	9,22
30	— 11,50	— 2,2894	— 9,2106	9,72
35	— 12,00	— 2,3376	— 9,6624	10,22
40	— 12,25	— 2,3858	— 9,8642	10,47

Der Versuch ist im Ganzen mit gröſster Sorgfalt angestellt, und alle Beobachtungen dabey sind so genau, als die Fehlergrenze es zuläſst, weswegen ich die Folge derselben noch etwas ausführlicher zu beschreiben nicht für überflüssig halte. Der Ballon wurde den

26sten Jan. aptirt, das Röhrchen gesprengt, und so setzte ich den Apparat aus einer Temperatur von beyläufig 9° in das ungeheitzte Cabinet, wo das Thermometer am andern Morgen — 1°,5 zeigte, ohne dafs sich der am Abend vorher für den Gefrierpunkt notirte Barometerstand merklich geändert hatte. Den 27sten zeigte das Thermometer im Freyen Morgens — 9°,25, Mittags — 5°. Während des Versuchs stieg dasselbe bis — 7°,5 und ich konnte daher mit genügender Mufse den Barometerstand für — 5° im Innern des Ballons am offenen Fenster auffinden. Die weiteren Barometerstände zu beobachten und durch mehrmalige Wiederholung zu controliren beschäftigte mich den 27sten, worauf ich den Apparat wieder eine ganze Nacht im Cabinette stehen liefs. Hierbey machte ich die in der Natur der Sache sehr gegründete Bemerkung, dafs die Barometerstände für die, dem Gefrierpunkte nahe liegenden Thermometerstände schwer zu bestimmen sind, vorzüglich für die unter demselben liegenden. Sobald nämlich alles vorhandene tropfbar flüssige Wasser in Eis verwandelt ist, und eine hinlängliche Zeit gegeben wird, dafs sich der Dunst almälig präcipitiren und gleichfalls in Eis verwandeln kann, verliert er seine Expansionskraft, und das Barometer verändert sich nicht merklich von — 1° bis — 5°; so wie gleichfalls bey steigender Temperatur nicht früher eine Zunahme des Barometerstandes wahrgenommen wird, als bis durch eine längere Einwirkung der gröfseren Wärme die Expansion des Dunstes merklich vermehrt ist.

Am 28sten des Morgens fand ich den Ballon vollkommen klar, bis auf einen nicht grofsen, mit Eis überzogenen Fleck. Das Thermometer zeigte — 1° und ich setzte alsobald den Apparat in das offene Fenster bey einer Temperatur im Freyen von — 5°,3, durch deren Einflufs sehr bald das Thermometer im Innern auf fast — 5° herabging, das Barometer aber 3''',25 zeigte. Ob dieser leztere Stand, oder der in der Berechnung angenommene der richtige sey, mufs ich dahin gestellt seyn lassen, indefs glaube ich, dafs dieser leztere, wenn wir 0''',05 abrechnen, den gröfsten Grad der Genauigkeit hat, aber der angezeigte Stand des Heberbarometers vor dem Sprengen des Röhrchens, nämlich 2''' für den blofsen Luftdruck bey 0° Temperatur mag wohl um eine Kleinigkeit zu geringe seyn. Inzwischen ist es an sich klar, dafs eine Unsicherheit von 0''',1 bis 0''',2 selbst unter den günstigsten Bedingungen nicht zu vermeiden ist, aber ich halte es für unrecht, sogleich bey der Vermuthung eines Beobachtungsfehlers mir Aenderungen zu erlauben.

Indem ich die erwähnten Untersuchungen anstellte, gab ich dem Ballon zugleich eine solche Richtung, dafs die mit Eis belegte Fläche nach der Seite des Cabinets zu gerichtet war, und liefs den Ballon gerade eine Stunde in dieser Lage stehen, fand darauf alles Eis von dieser Fläche völlig verschwunden, dagegen aber eine gröfsere Quantität an der entgegengesetzten Seite ansitzend. Das Thermometer zeigte genau — 4°,5 und ich hielt es nicht für überflüssig, dem Ballon

nochmals eine halbe Umdrehung um seine verticale Axe zu geben, so daſs die mit Eis überzogene Fläche abermals dem Cabinette zugekehrt wurde. Nach 30 Minuten sahe ich nach, und fand die Temperatur im Freyen und im Ballon — 4°, das Barometer unverändert, aber alles Eis von der Seite, wo es vorher gebildet war, verschwunden und wieder an die entgegenstehende übergegangen, wo die früher erwähnten Conglomerate kleiner Eiscrystalle so eben zu entstehen anfingen, die um sich her den Niederschlag zu verzehren pflegen. Aus dieser sehr interessanten Beobachtung geht auf dem directen Wege der Erfahrung die Widerlegung der früher von H. Parrot aufgestellten Hypothese hervor, wonach die Verdunstung des Eises eine Auflösung desselben im Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft seyn soll.

Den Punkt der vollen Verdunstung fand ich nach mehreren sehr genauen Untersuchungen bey fast 16° und 8''',75 Barometerstand. Als der Ballon diese Temperatur noch hatte, lieſs ich Luft hinzu, welche mehrere Tage über Cali ausgetrocknet war, und deren Temperatur nach einem an der Seite hängenden Thermometer 9°,5 seyn muſste. Auch diesesmal entstand kein Niederschlag, sondern genau wie bey dem früheren Versuche schien es, als ob man ein Wallen im Ballon wahrnähme, welches durch einen entstehenden, aber im Momente des Entstehens wieder verschwindenden Nebel verursacht wurde. Auffallend war mir, daſs sich abermals sogleich nachher zwey kleine Flecken eines Niederschlags bil-

deten, einer an der nach dem Fenster, also einer kälteren Temperatur zugekehrten Seite, der andere diesem gerade gegenüber.

Nachdem der Ballon also mit mehr als der Hälfte seines Inhalts mit trockner Luft, nach dem mittleren Barometerstande zur Zeit des Versuchs angefüllt war, setzte ich ihn in das Büchercabinet, wo seine Temperatur bald auf den Gefrierpunkt herabging. Nach einiger Zeit beobachtete ich denselben, und fand den Niederschlag blofs an einer Seite desselben sitzend, ohne dafs ich unterscheiden konnte, ob derselbe noch tropfbar flüssig oder schon in Eis verwandelt war, indem die Dämmerung mich verhinderte, hierüber gewifs zu werden, jedoch vermuthe ich mit überwiegenden Gründen das Erstere. Ich setzte den Ballon ins offene Fenster bey — 1°,5. Nach 30 Minuten war der sämtliche Niederschlag von der nach dem Cabinette hingekehrten Seite nach der entgegengesetzten übergegangen. Um die nämliche Erscheinung nochmals zu beobachten, drehete ich den Ballon abermals ein halbmal um seine verticale Axe, liefs den Niederschlag sämtlich nach der entgegengesetzten Seite übergehen, und hier gänzlich in Eis verwandelt werden, worauf bey — 3° Temperatur ohngefähr 1 Stunde 30 Minuten verstrichen, und drehete ihn dann wieder in seine vorige Lage, um beyläufig die Zeit zu erfahren, die zu einem Hinüberführen des Eises erforderlich ist, wiewohl kein Zweifel seyn kann, dafs diese durch die Quantität des Dunstes und den Unterschied der Temperatur bestimmt wird. Nach 15 Minuten waren ohngefähr 0,75

des Eises hinübergeführt, und weil ich verhindert wurde, die Beobachtung fortzusetzen; so fand ich erst nach einer Stunde, daſs das sämtliche Eis in fester Gestalt an der nach Auſsen gekehrten Seite festsaſs. Die Fläche, welche dasselbe einnahm, war gröſser als diejenige, welche ich am Morgen im luftleeren Raume entdeckt hatte, aber am folgenden Morgen den 29sten war gerade wie vorher der ganze Ballon bis auf einen kleinen, mit Eis belegten Fleck vollkommen klar, ohne daſs ich eine sonstige Spur von einem Niederschlage entdecken konnte.

Die Temperatur des Ballons war 0°, die äuſsere — 1°,5, als ich am 29sten Jan., also 24 Stunden nach dem erstenmale, die zweyte Portion Luft in den Ballon lieſs, welche eine Temperatur von 6° hatte. Es entstand weder ein Nebel, noch bemerkte ich irgend eine Entstehung oder Vermehrung des vorhandenen Niederschlags; und ich setzte ihn daher sogleich wieder in das Cabinet, um zu versuchen, welche Veränderungen eine anhaltend niedrige, und gleichmäſsige Temperatur hervorbringen mögte. Am 30sten des Morgens fand ich bey einer Temperatur von 4° den Ballon vollkommen klar, mit Ausnahme von etwa 6 bis 8 sehr feinen, auf dem Boden aufsitzenden Tröpfchen, welche bey weitem der im Ballon enthaltenen Wassermenge nicht gleich kamen. Ich lieſs sogleich zum drittenmale Luft hinzu, welche abermals 24 Stunden über Cali getrocknet war, und eine Temperatur von 8° hatte. Keine Spur von Nebel konnte ich hierbey entdecken, sondern der

Ballon blieb klar, wie vorher. Um nun das Verhalten desselben in einer höheren Temperatur zu untersuchen, stellte ich denselben in der Mitte meines Zimmers auf einen Tisch, so dafs er durch ein grofses Buch gegen die Wärmestrahlen des Ofens geschützt war. Nach einigen Stunden fand ich die Temperatur desselben 10°, ohne dafs sich weder die Klarheit des Ballons noch die Beschaffenheit der Tröpfchen, so weit der blofse Anblick zu einer solchen Bestimmung hinreicht, im mindesten verändert hatte. Als aber Nachmittags die Temperatur auf 7° herabgegangen war, entdeckte ich an der vom Buche abgewandten Seite einen sehr feinen und fast unmerklichen Niederschlag, welcher ohngefähr den vierten Theil von der Fläche des Ballons überdeckte. In dieser Gestalt blieb der Apparat ungeändert bis zum andern Morgen, als ich bey einer Temperatur von 9° die lezte Portion Luft hinzuliefs, ohne irgend eine Spur eines entstehenden Nebels zu entdecken.

Um den Punkt der vollen Verdunstung zu finden, erwärmte ich den Ballon zuerst oben und unten, damit an diesen dickern Theilen kein Niederschlag zurückbleiben mögte, welche nöthige Vorsichtsmafsregel ich in Zukunft beständig beobachtete, und fand dann durch das gewöhnliche Verfahren genau 15°, also einen Grad weniger, als vorher der Dunst im Vacuo zur Expansion bedurfte. Diese leztere Angabe ist gewifs keinem Beobachtungsfehler unterworfen, aber leichter könnte es die erstere seyn, wenigstens bin ich geneigter dieses anzunehmen, als dafs die Luft mehr Wasser-

dunst in sich aufzunehmen vermag, als der leere Raum fassen kann, wiewohl auch dieses nicht unmöglich ist. Noch darf ich nicht unbemerkt lassen, daſs in diesem Versuche die Luft sehr lange ausgetrocknet war, denn die erste Portion hatte vom 21sten bis 28sten Jan. also 7 volle Tage über dem Alcali gesperrt gestanden. Die Gewichtszunahme des Schälchens betrug 44,5 Mites, wovon 0,5 sicher für die, während dem Wiegen absorbirte Feuchtigkeit abgerechnet werden dürfen, da es mir diesesmal nicht gelingen wollte, mit der gewöhnlichen Schnelligkeit das Gewicht zu bestimmen. Wenn wir diese nach dem oben angegebenen Verhältnisse vertheilen; so kommen auf den Ballon 18,86 . . Mites, mithin 1,11 . . mehr Feuchtigkeit, als im Ballon enthalten waren, ein Uebergewicht, welches nicht anders als aus der durch die Oefnung des Tellers einströmenden äuſsern Luft erklärt werden kann. Diese Bemerkung bewog mich, für die Zukunft ein Kegelventil von Wachs zu verfertigen, welches für einen solchen Zweck als genügend angesehen werden darf, und damit diese Oefnung zu verstopfen. Um aber für einen folgenden Versuch die Luft hinlänglich auszutrocknen, benutzte ich die Zwischenzeit, die Verdunstungsgesetze anderer Flüssigkeiten zu untersuchen.

Versuch 11.

Der Ballon wurde zuerst wie gewöhnlich, mit Sorgfalt gereinigt und getrocknet, und der übrige Apparat eingerichtet, welcher aus

einem sehr genauen und feinen Thermometer auf einer übersilberten Scale bestand, mit einer kleinen gerade in den Mittelpunkt des Ballons reichenden Kugel, nebst einem gut ausgekochten Heberbarometer, welches auf der Rückseite des Thermometers mit seidenen Fäden festgebunden war. Aus Furcht, die sehr feine papierne Scale, deren ich mich bisher zum Messen des Barometerstandes bedient hatte, mögte als hygroscopischer Körper wirken, zeichnete ich die Linien mit Tusche auf die Schenkel des Heberbarometers selbst, welches inzwischen keine gleiche Feinheit zuläfst, und hierdurch die Beobachtung schwerer und unsicherer macht. Zu den Versuchen nahm ich Alcohol, welcher im hiesigen chemischen Laboratorio unter der Leitung des H. H. Wurzer durch den als Chemiker bekannten H. Franz Petazzi aus Bonn nach Richters Methode auf das sorgfältigste bereitet war, und dessen spec. Gew. ich früher bey 16° R. = 0,792 fand, mithin kann er sehr wohl für absolut gelten, und wir können dieses Gewicht füglich bey den nachfolgenden Bestimmungen zum Grunde legen (*). Um hiernach den

(*) Die ganze Quantität erhielt ich schon vor längerer Zeit, und gofs nach der Bestimmung des spec. Gew. einen Theil davon in ein Medicinglas, worin er wohlverkorkt und mit Wachs zugeschmolzen aufbewahrt wurde. Beym Anfange der Versuche das spec. G. nochmals zu bestimmen, war die Quantität zu geringe, doch kann ich ihn bis dahin für gänzlich unverdorben ansehen. Ob er aber nicht während dem Oefnen und Füllen der Röhrchen, so vorsichtig auch beydes geschah, etwas Wasser aus der Atmosphäre angezogen habe, kann ich natürlich nicht bestimmen.

Cubik-Inhalt der gebrauchten Mengen zu bestimmen dürfen wir bloſs die gewogene absolute Menge in dem gefundenen Verhältnisse 1 : 0,792 nehmen, dessen beständiger log. p = 0,1012747 ist. Der Alcohol im Röhrchen wog 47,5 Mites, und betrug daher an Volumen nach Wasser gerechnet

$$\begin{array}{ll} \log. p & = 0{,}1012747 \\ \log. 47{,}5 & = 1{,}6766936 \\ \hline \log. P & = 1{,}7779683 \text{ giebt } 59{,}947 \ldots \end{array}$$

mithin machte derselbe

$$\begin{array}{ll} \log. v & = 0{,}1887830 - 4 \\ \log. P & = 1{,}7779683 \\ \hline \log. J & = 0{,}9667513 - 3 \end{array}$$

$= 0{,}0092630 = \frac{1}{107{,}95}$ Cub. Zoll oder $0{,}000059761 \ldots = \frac{1}{16733}$ vom Inhalte des Ballons aus.

Nachdem der Ballon exantlirt und auf 0° gebracht war, zeigte das Barometer 2''' bis 2''',25 Diff., und ich wage es nicht, über diesen geringen Unterschied mit Bestimmtheit zu entscheiden. Bey einer dem Gefrierpunkte nahe liegenden Temperatur zerschlug ich das Röhrchen, und ich gestehe, daſs es mich nicht wenig überraschte, den sämtlichen Alcohol mit Ausnahme eines kleinen, in der Spitze des Röhrchens festsitzenden Tröpfchens in dem kleinsten Zeitmomente an dem oberen Theile der einen Seite des Ballons in Gestalt eines weiſs schimmernden Nebels niedergeschlagen

zu sehen, vermuthlich weil diese Seite vorher nach einem kälteren Orte hingewandt und daher auf eine niedrigere Temperatur herabgekommen war. Das Barometer stieg sogleich auf 4''',5 und blieb die wenigen Minuten der Beobachtungszeit unverändert.

Es war am 31sten Jan. Abends um 5 Uhr, als ich diese erste Beobachtung machte, und ich setzte den Apparat ins offene Fenster, um die weiteren Veränderungen desselben zu erforschen. Nach einer Stunde fand ich die äussere Temperatur — 1°,5 und es schien, als sey der sämtliche Alcohol in tropfbar flüssiger Gestalt an der nach dem Freyen gerichteten Seite niedergeschlagen, so dafs die Tropfen bis auf den Boden herabflossen. Das Barometer war unverändert, und ich setzte den Ballon auf den Fufsboden des Cabinets, wo er bis zum andern Morgen stehen blieb. Es gewährt einen sehr interessanten und bey so messbaren Mengen einen überraschenden Anblick, die ganze wohl beobachtete Quantität der tropfbaren Flüssigkeit bey einer so geringen Veränderung der Temperatur, dafs das Gefühl darüber kaum urtheilen kann, wieder verschwunden zu sehen, wie ich dieses wirklich, mit Ausnahme eines nicht grofsen, mit feinem Niederschlage belegten Fleckens wahrnahm. Die Temperatur im Ballon war 4°, im Freyen — 1°,5, als ich denselben abermals ins offene Fenster setzte, und sofort aus dem vollkommen durchsichtigen Ballon eine solche Menge Niederschlag enstehen sah, dafs die Tropfen wiederum an der Fläche des Glases herabflossen. Weil ich aber mehrmals die Barometerstände bey zuneh-

mender und abnehmender Temperatur verschieden gefunden hatte, entschlofs ich mich auch diesen Unterschied aufzuzeichnen, und bey der Berechnung das arithmetische Mittel von beyden zu nehmen. Hiernach fand ich, wenn t die Temperatur b die Barometerhöhe bey zunehmender, b′ bey abnehmender Temperatur bezeichnet.

t	0	5	10	15	20	25	30	35	40
b	4,50	6,50	7,00	8,00	8,50	8,75	9,00	9,25	9,50
b′	5,50	7,50	8,25	8,50	8,75	8,90	9,00	9,25	9,50

Die sämtlichen Beobachtungen wurden in einer ununterbrochenen Folge aufgezeichnet. Als aber der Barometerstand für 10° bey abnehmender Temperatur notirt war, mufste ich Geschäfte halber die Beobachtung abbrechen, und fand nachher das Thermometer auf + 3°. Es war daher erforderlich, den Apparat wieder bis 10° zu erwärmen, uud dann die Beobachtung fortzusetzen, um die beyden fehlenden Bestimmungen noch nachzuholen.

Während der Nacht bis zum 2ten Febr. blieb der Ballon im Cabinette stehen, und ich fand am Morgen abermals bey 4° und 5,75 Lin. Barometerstand allen Niederschlag, mit Ausnahme einer geringen Quantität, gänzlich verschwunden, allein es bildete sich augenblicklich eine nicht unbedeutende Menge, als ich den Ballon bey — 0,°25 ins offene Fenster setzte. Weil die Temperatur desselben hier nicht weiter als + 1° herabgehen wollte, hing ich ihn 30 Minuten im Freyen auf, wodurch ich abermals die Temperatur des Gefrierpunktes fast ganz genau mit einem Baro-

meterstande von 5,25 Lin. erhielt. Wenn also nach der früher befolgten Methode die Elasticitäten der Luft von denjenigen getrennt werden sollen, welche durch die Dünste des Alcohols uud ihren Druck auf das Heberbarometer hervorgebracht wurden, und es erlaubt ist, von den beobachteten Barometerständen das arithmetische Mittel als der Wahrheit am nächsten kommend anzusehen; so erhalten wir folgende Zahlenwerthe für diese verschiedenen Gröſsen, angenommen, daſs der Druck der Luft bey 0° nicht mehr als 2 Lin. betrug.

t		b.		El. d. Luft.		El. d. Dunstes.
0	—	5,00	—	2,0000	—	3,0000
5	—	6,50	—	2,0482	—	4,4518
10	—	7,63	—	2,0964	—	5,5336
15	—	8,25	—	2,1447	—	6,1053
20	—	8,62	—	2,1930	—	6,4270
25	—	8,82	—	2,2411	—	6,5789
30	—	9,00	—	2,2894	—	6,7106
35	—	9,25	—	2,3376	—	6,9124
40	—	9,50	—	2,3858	—	7,1142.

Den Punkt der vollen Verdunstung zu finden ist bey Alcohol weit weniger schwierig, als bey Wasser, weil der Alcoholdunst viel dichter ist, folglich den Wärmestoff begieriger ergreift, auch der Einwirkung und dem Wechsel desselben weit schneller folgt. Ich fand ihn daher mit groſser Genauigkeit bey 8° R. und so gern ich auch die Verbindung des Alcoholdunstes mit trockner Luft untersucht hätte; so schien es mir doch viel zu wichtig, die noch dauernde strenge Kälte zu benutzen, um das Verhalten des Wasserdunstes

noch genauer zu erforschen, weswegen ich am 2ten Febr. den Hahn öffnete, und durch die eindringende Stubenluft einen starken Niederschlag bewirkt sah, welcher sich überall im Ballon ansetzte. Selbst als die Temperatur von 8° auf 10° stieg, wurde der Ballon in einer Zeit Von 5 Stunden zwar etwas heller, aber bey weitem nicht völlig klar.

Versuch 12.

Während dieser Zeit hatte ich die oben beschriebene Luftpumpe mit einem Pedal-Ventile reinigen und in einen brauchbaren Stand setzen lassen. Diese gebrauchte ich zu den folgenden Versuchen, und erhielt dadurch weit genauere Resultate, weswegen die folgende Reihe von Versuchen noch wichtiger ist als die bis jezt erzählte.

Um mit gröſseren Quantitäten Alcohol zu arbeiten, muſste ich gröſsere Röhrchen wählen, welche zu verfertigen, noch mehr aber, zuzublasen und zwischen den Bleykugeln zu befestigen viele Mühe machte, da der Alcoholdunst so leicht entzündet wurde, und dann das Verschmelzen der Spitze hinderte. Inzwischen erreichte ich nach einigen vergeblichen Proben meinen Zweck, und füllte ein Röhrchen mit 53,25 Mites Alcohol, welche dem Volumen nach als Wasser gerechnet

$$\begin{array}{lcl} \log.\ p & = & 0{,}1012747 \\ \log.\ 53{,}25 & = & 1{,}7263196 \\ \hline \log.\ P & = & 1{,}8275943 = 67{,}235\ \ldots \end{array}$$

ausmachen, also

$$\begin{array}{lcl} \log.\ v & = & 0{,}1887830 - 4 \\ \log.\ P & = & 1{,}8275943 \\ \hline \log.\ I & = & 0{,}0163773 - 2 \end{array}$$

betrugen sie 0,010384 . . $= \frac{1}{96{,}3}$ Cub. Z. oder

0,000066995 . . . $= \frac{1}{14926}$ vom Inhalte des Ballons.

Beym Exantliren des Ballons beobachtete ich das genaue Heberbarometer der Luftpumpe, und als das Vacuum so weit gebracht war, daſs ich noch eine Lin. Differenz des Quecksilberstandes bemerkte, schrob ich den Ballon ab, sicherte das Verbindungsstück gegen jedes Eindringen der Luft, und wollte dann den Stand des Heberbarometers im Innern untersuchen, als durch diese Manipulation das Röhrchen platzte, und mir den interessanten Anblick gewährte, binnen einer Zeit von etwa 6 Secunden allen Alcohol in durchsichtigen Dunst verwandelt zu sehen. Das Thermometer zeigte im Augenblicke dieser Erscheinung 16° und das Barometer 14 Linien. Ohne Aufschub setzte ich den Apparat in das offene Fenster des Cabinets bey einer Temperatur von — 0°,25, welche während der Zeit der Beobachtung bis — 1°,25 herabging. Der Niederschlag wurde so stark, daſs vier Tropfen bis auf den Boden des Ballons herabflossen, das Thermometer kam auf 0°, und das Barometer zeigte 8,75 Linien. Am Abend um 6 Uhr stellte ich den Ballon auf den Fuſsboden des Cabinets, wo er bis zum andern Morgen stehen blieb, und als ich dann nachsah, fand ich bey einer Temperatur

von 3° fast allen Niederschlag verschwunden, aber im offenen Fenster bey einer Temperatur im Freyen von — 3°,5 erschien sogleich ein Niederschlag, welcher sich abermals zu herabfliefsenden Tropfen vereinigte. Der hohe Stand des Barometers schien mir mit den Resultaten nicht übereinzustimmen, welche ich im lezten Versuche aufgezeichnet hatte, allein so genau ich auch beobachtet zu haben mir bewufst war, so konnte ich doch nicht sogleich entscheiden, welchem von beyden Resultaten ich den Vorzug geben sollte, da die Quantitäten des Alcohols in beyden Versuchen verschieden waren, und daher auch abweichende Wirkungen in ihrem Verhalten zeigen konnten. Die beobachteten Stände des Elasticitätsträgers nach der gewählten Bezeichnung waren folgende.

t	0	5	10	15	20	25	30	35	40
b	8,75	10,75	12,50	13,50	14,25	14,75	15,00	15,50	16,00
b′	9,00	11,25	13,50	14,25	14,50	14,75	15,00	15,50	16,00

Sobald das Wachs, womit ich der Vorsicht wegen sowohl das Verbindungsleder, als auch die Fugen des Hahns zum Ueberflufs gegen das Eindringen der Luft gesichert hatte, beym Erwärmen erweicht zu werden anfing, pflegte ich dasselbe fester anzudrücken, und dann erkalten zu lassen, wodurch der Apparat gegen das Eindringen der Luft völlig geschützt wurde. Dieses geschah in der Regel vor dem Zersprengen des Röhrchens, diesesmal aber während der Untersuchung der Barometerstände. Aus der Vergleichung der Resultate ist daher klar, dafs während der Beobachtung alles luftdicht geschlossen habe,

allein ich wollte es dennoch vorerst nicht wagen die gemessenen Elasticitäten für Alcoholdunst und Luft getrennt zu berechnen.

Den Punkt der vollen Verdunstung fand ich nach genauen Versuchen auf nicht völlig 9° und bemerkte wieder die nämliche gröſsere Sicherheit und Leichtigkeit bey Auffindung desselben, als vorher. Hierbey wurde ich aber nicht wenig betroffen, als ich überlegte, daſs dieses Resultat mit demjenigen unmöglich harmoniren könne, welches ich im lezten Versuche aufgezeichnet hatte, wobey ich bemerke, daſs die Aufzeichnung allezeit so deutlich und vollständig geschah, daſs an einen Schreibfehler oder an ein aus undeutlichen Ziffern entspringendes Misverständniſs auf keine Weise zu denken ist. Eine von beyden Angaben muſste aber unrichtig seyn, wenn wir voraussetzen, daſs beym Alcohol, wie beym Wasser, eine gröſsere Quantität der Flüssigkeit auch einen höheren Grad der Wärme erfordere, um in einem gleichen Raume völlig durchsichtigen Dunst zu bilden. Es blieb mir daher nichts weiter übrig, als mich zuvor zu versichern, daſs die zulezt beobachtete Temperatur zuverlässig richtig sey, wovon ich mich hinlänglich überzeugte, indem ich den Punkt der vollen Verdunstung auf keine Weise höher als bis 9° hinaufrücken konnte. Wenn daher für Alcoholdunst die nämlichen Gesetze gelten, welche für Wasser aus den erwähnten Versuchen mit gröſster Evidenz hervorgehen; so muſs ich, durch die Leichtigkeit der Operation verführt, im vorlezten Versuche getäuscht seyn, wenn nicht etwa eine unbedeutende Menge zurück-

gebliebener feuchter Luft den Fehler herbeygeführt hat.

Versuch 13.

Weil in den vorhergehenden Versuchen der Punkt der vollen Verdunstung bey sehr verschiedenen Quantitäten Alcohol fast gleich, die Elasticitäten aber sehr ungleich gefunden waren; so bedurfte es aus beyden Rücksichten eines neuen sehr sorgfältig angestellten Versuches mit einer noch viel gröſseren Quantität der nämlichen Substanz, um zu entscheiden, welche von diesen Resultaten die richtigen seyn mögten. Deswegen nahm ich ein weites, in der Mitte stark ausgezogenes, an beyden Enden mit umwickelten Tabacksbley beschwertes Röhrchen, hing dasselbe an einem Faden wagerecht auf, und sprengte es nach dem Exantliren des Ballons durch sein eigenes Gewicht, ohne mich durch die namenlosen Schwierigkeiten bey der Construction eines so complicirten Apparats abschrecken zu lassen. Auſserdem bediente ich mich aber wieder der viel bequemern Scale von Papier, die ich sehr schmal geschnitten, und mit einem klaren geistigen Firnisse überzogen hatte, wodurch sie gegen den Wasserdunst vollkommen gesichert wurde, aber auch den Dünsten des Alcohols deswegen das Eindringen zu versagen schien, weil ich sie nach dem Ueberziehen stark im Stubenofen getrocknet und durch Reiben geglättet hatte. Ich habe mich seitdem beständig dieser nämlichen bedient, ohne irgend eine Veränderung durch den Einfluſs der Dünste

an ihr wahrzunehmen. Der Alcohol im Röhrchen wog 92,25 Mites und glich daher dem Volumen nach an Wasser

log. p	=	0,1012747
log. 92,25	=	1,9649664
log. P	=	2,0662411 = 116,48 — welche
log. v	=	0,1887830 — 4
log. P	=	2,0662411
log. J.	=	0,2550241 — 2

$0,01799 — = \frac{1}{55,587}$ Cub. Zoll oder 0,00011606

$. . = \frac{1}{8616}$ vom Inhalte des Ballons betrugen.

Der Ballon wurde exantlirt bis das Barometer 1,5 Lin. Differenz zeigte. Ich liefs den Apparat bis 0° erkalten, und versicherte mich während 4 Stunden, dafs alles luftdicht schlofs, sprengte dann das Röhrchen, worauf das Barometer sogleich auf 5,5 Linien stieg. Weil aber hierbey nicht aller Alcohol aus dem Röhrchen fliefsen wollte und überhaupt eine wirkliche Quantität, nicht etwa einzelne Tropfen, am Boden zurückblieb; so brachte ich den Ballon in mein Zimmer und erwärmte ihn bis 10°, damit die Quantität des Dunstes hinlänglich grofs seyn mögte, und obgleich auch hierdurch nicht aller Alcohol verdunstet war, so hielt ich doch dieses Verfahren für genügend, trug daher den Apparat wieder in das Cabinet, wo ich ihn nach 3 Stunden bis 0° erkältet fand, das Barometer aber mit 6,00 Linien notirte. Hiernach schien es, als müsse ich abermals auf die Wirkungen der eingedrungenen

Luft schliefsen, und schon fürchtete ich diese grofse Mühe vergebens aufgewandt zu haben. Inzwischen beschlofs ich den Apparat während der Nacht zehn volle Stunden unberührt stehen zu lassen, und da fand ich denn am andern Morgen bey einem Thermometerstande von fast — 1° die Differenz des Quecksilbers im Elasticitätsträger nicht gröfser als 5,00 Linien.

Weil die äufsere Temperatur — 6° war, so hing ich sogleich den Ballon 30 Minuten bey einem scharfen Nord-Ost-Winde im Freyen auf, während welcher Zeit das Thermometer auf — 5° und das Barometer zu einer Differenz von nahe 3 Linien herabkam. Folgende Gröfsen sind nach mehrfachen sorgfältigen Beobachtungen aufgezeichnet.

t	— 5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
b	—	5,50	6,75	9,75	14,50	16,75	18,75	19,75	20,25	21,00
b′	3,00	5,50	7,25	11,25	16,50	19,25	19,50	20,00	20,25	21,00

So sehr ich mir Mühe gab, durch gleichmäfsiges Erwärmen des Ballons an allen Theilen jedem Fehler zu begegnen; so kann ich doch nicht umhin zu vermuthen, dafs der tropfbar flüssige Alcohol eine grofse Menge Wärmestoff absorbirte, und durch die Verdunstung selbst erkältet wurde, während der schon gebildete Dunst den gewöhnlichen Gesetzen der Wärmeleitung folgte; so dafs daher bey 20° des Thermometers im Innern noch nicht aller Alcohol am Boden verdunstet war, und die erste Reihe der Barometerstände unfehlbar zu geringe ausfallen mufste. Zugleich erlaube ich mir die Bemerkung, dafs ich bey der Er-

kältung des Apparats die Temperatur leicht bis 15° herabbringen konnte. Von da an aber bis zum Eispunkte, wurde meine Geduld aufserordentlich ermüdet, obwohl ich dafür sorgte, dafs das umgebende Medium jederzeit gleichviel, und wo möglich bey gleichmäfsig verbreiteter Wärme 3° kälter war, als die Temperatur, auf welche ich den Apparat herabbringen wollte. Die Erscheinung selbst ist aus den Gesetzen des latenten und freyen Wärmestoffes leicht erklärlich, indem die hieraus entspringenden Modificationen est dann recht auffallend werden konnten, wenn der Aggregatzustand des Alcohols einem Wechsel unterworfen wurde. Fing ich die Reihe der Beobachtungen wieder von der Temperatur unter dem Gefrierpunkte an bis zu 40° und dann wieder rückwärts; so erhielt ich fast gar keine Abweichung der ersten Resultate, wenn ich aber bey einzelnen Temperaturen länger verweilte oder mit der Erwärmung und Erkältung wechselte, so erhielt ich allerdings wirkliche Unterschiede, die aber im Ganzen das arithmetische Mittel zwischen beyden ersten Reihen hielten, weswegen ich dieses unbedenklich hersetze, und die Werthe für die Elasticität der Luft und des Dunstes auf die gewöhnliche Weise durch Rechnung gefunden nebeneinanderstelle.

t.	b.		El. d. Luft.		El. d. Dunstes
— 5	3,00	—	1,4638	—	1,5361
0	5,00	—	1,5000	—	4,5000
5	7,00	—	1,5362	—	5,4637
10	10,50	—	1,5723	—	8,9276
15	15,50	—	1,6085	—	13,8915
20	18,00	—	1,6447	—	16,3525
25	19,12	—	1,6808	—	17,4391
30	19,88	—	1,7170	—	18,1720
35	20,25	—	1,7532	—	18,4967
40	21,00	—	1,7894	—	19,2105

Den Punkt der vollen Verdunstung beobachtete ich zu wiederholtenmalen und mit gleicher Sicherheit als vorher bey 16°,5 und kann diese Bestimmung für sehr genau ansehen, woraus also hervorgeht, dafs der Alcoholdunst allerdings in Hinsicht der Dichtigkeiten den nämlichen Gesetzen unterworfen ist, als der Dunst des Wassers.

Versuch 14.

Während der Zeit, in welcher ich mit diesen Untersuchungen beschäftigt war, hatte der oben beschriebene Apparat mit Luft über caustischem Cali gesperrt und gegen das Eindringen der äufsern Luft gesichert gestanden, weswegen ich wünschte zuerst wieder einen Versuch mit Wasserdunst anzustellen, und denselben durch lange ausgetrocknete Luft absorbiren zu lassen. Ich verfertigte daher ein Röhrchen, und füllte dasselbe mit 24 Mites Wasser. Diese betragen.

$$\begin{array}{lcl} \log.\ v & = & 0{,}1887830 - 4 \\ \log.\ 24 & = & 1{,}3802112 \\ \hline \log.\ J & = & 0{,}5689942 - 3 \end{array}$$

$0{,}0037067 = \frac{1}{269{,}78}$ Cub. Zoll oder $0{,}00002391 4$

$\ldots = \frac{1}{41815{,}5}$ vom Inhalte des Ballons.

Das Vacuum war sehr genau, und ich könnte es unbedenklich nicht höher als 0,5 Differenz zeigend angeben, wenn ich nicht zugleich auch darauf Rücksicht nehmen wollte, daſs im Röhrchen selbst noch eine Kleinigkeit Luft zurückgeblieben war, weil ich dasselbe der zu fassenden Wassermenge nicht genau proportional gemacht hatte, und ich glaube daher der Wahrheit am nächsten zu kommen, wenn ich die Differenz des Quecksilbers höchstens zu 1 Linie annehme. Nachdem ich mich vorläufig überzeugt hatte, daſs der Apparat völlig luftdicht schloſs; so sprengte ich den 5ten Februar früh Morgens bey 10° Temperatur das Röhrchen, und suchte die herrschende beträchtliche Kälte zu benutzen, um den Barometerstand für — 10° zu erhalten, allein das Thermometer, welches frühe — 12° zeigte, ging zu schnell herab, und zeigte gegen Mittag — 9°,75, aber ohne den vorher herrschenden scharfen Wind; so daſs das Thermometer im Ballon nicht tiefer als bis — 8°,5 herabgehen wollte. Das Barometer zeigte hierbey 1,5 Lin. Differenz, und ich glaube nicht, daſs es durch die fehlenden 1°,5, welche ohnehin wegen der stärkeren Erkältung der äuſsern Wände nicht einmal ganz in Rechnung gebracht werden

können, wirklich verändert seyn würde. Alles Wasser war dem Anscheine nach an der innern Fläche in schönen Eiscrystallen angeschossen, die zwar einige Aehnlichkeit mit den Schneeflocken hatten, aber beträchtlich dicker, und nach Art des Eises durchsichtig waren, wodurch sie sich von den in Versuch 8. beobachteten eigentlichen Schneeflocken merklich unterschieden.

Das Wetter wurde trübe mit Schneeluft, und ein scharfer Wind, welcher sich erhob, erlaubte mir nicht den Ballon zur Untersuchung der tiefern Temperatur im Freyen aufzuhängen. Um daher das Hinüberwandern des Eises nochmals bey einer Temperatur unter — 5° zu beobachten, setzte ich den Ballon vor das verschlossene Fenster so, daſs bey weitem der gröſste Theil der Eisnadeln an der nach dem Cabinette hingerichteten Seite des Ballons festsaſs. Sehr bald aber fing an der, der Fensterscheibe anliegenden Seite ein feiner Nebel an sich zu zeigen, nahm an Gröſse bis zu einer Fläche von 4 Zoll Durchmesser zu, und indem während einer Zeit von 3 Stunden alle Eisnadeln völlig verzehrt wurden, entstand an der entgegengesetzten Seite eine feste Eisdecke, welche als solche sehr kenntlich zu unterscheiden war. Abends um 10 Uhr drehete ich den Ballon abermals ein halbmal um seine verticale Axe, und fand am folgenden Morgen die ganze Eisdecke verschwunden, anstatt derselben aber an der entgegengesetzten, dem Fenster zugekehrten Seite mehrere Eis-Crystalle, deren Quantität der Menge des Eises zwar keineswegs proportional war, allein ich

mufste darauf rechnen, dafs eine andere Quantität eines entstandenen Niederschlags auch innerhalb der messingnen Fassung gebildet seyn, und sich auf diese Weise der Beobachtung entzogen haben konnte, denn aller Aufmerksamkeit ungeachtet war ich nicht vermögend etwas der Art zu entdecken.

Die äufsere Temperatur war bis — 5° gestiegen, das Thermometer im Ballon zeigte — 4°,5 und ich konnte es selbst durch Aufhängen im Freyen nicht tiefer herabbringen. Der Unterschied ist aber zu unbedeutend, als dafs ich nicht unbedenklich denselben übersehen, und den beobachteten Barometerstand für — 5° notiren sollte. Die übrigen Beobachtungen geben folgende Gröfsen

t	— 10	— 5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
b	1,50	2,20	2,40	3,25	6,25	8,50	11,00	12,40	13,00	13,30	13,60
b′	—	—	3,50	4,75	6,25	8,75	11,15	12,30	13,00	13,30	13,60

Weil das Wetter gelinder wurde, konnte ich die Barometerstände für die Temperatur unter 0° nicht wieder beobachten, aber für die, dem Gefrierpunkte nahe liegenden Temperaturen von — 0,5 bis + 0,25 beobachtete ich die Barometerstände recht häufig und anhaltend binnen 24 Stunden, wodurch ich zu der Ueberzeugung gelangte, dafs die Bestimmung der Elasticität des Wasserdunstes beym Gefrierpunkte schwierig ist, weil sehr viel darauf ankommt, ob alles Eis schon in Wasser verwandelt ist, oder ob dieser Uebergang eben erst anfängt, welcher Unterschied auf das Thermometer bekanntlich keinen merklichen Einflufs hat. Indefs ist der Unterschied doch, wie mich dünkt, bey weitem so grofs nicht, als

man erwarten könnte, und ich glaube unbedenklich behaupten zu können, wenn ich vorzüglich die Reibung des Quecksilbers in dem engen Röhrchen, die Depression durch den Einfluſs des nicht ausgekochten Schenkels und die Schwierigkeit berücksichtige, welche der Messung so kleiner Barometerstände überhaupt im Wege stehen, daſs unbeschadet des festen oder flüssigen Zustandes des Wassers die Dünste ihren eigenen Gesetzen der Expansion folgen.

Nehmen wir von beyden beobachteten Reihen das arithmetische Mittel als der Wahrheit am nächsten kommend, und berechnen die Elasticitäten des Wasserdunstes und der Luft als getrennt von einander bestehend; so erhalten wir für beyde folgende Gröſsen.

t.	b.	El. d. Luft.	El. d. Dunstes. a	b
— 10	1,50	0,951770	0,548230	1,07
— 5	2,20	0,975885	1,224115	1,77
0	2,95	1,000000	1,950000	2,52
5	4,00	1,024115	2,975885	3,57
10	6,25	1,048230	5,201770	5,82
15	8,62	1,072345	7,547653	8,19
20	11,07	1,096460	9,973540	10,64
25	12,35	1,120575	11,229425	11,92
30	13,00	1,144690	11,855310	12,57
35	13,30	1,168805	12,131195	12,87
40	13,60	1,192920	12,407080	13,17

Bey diesen Untersuchungen beobachtete ich zugleich den Punkt der vollen Verdunstung, und überzeugte mich, daſs er unter 20° liegen müsse; als ich aber am 7ten Febr. diese Bestimmung absichtlich suchte, glaubte ich

denselben am genauesten auf 19° setzen zu müssen, welche Angabe ich im Diario als der Wahrheit am nächsten liegend, nebst 11 Lin. Barometerstand notirte. Damit der Ballon während der folgenden Operation nicht zu sehr erkalten mögte, erhöhete ich seine Temperatur auf 22°, setzte ihn an einen hellen Ort des Zimmers, öffnete das aus Wachs geformte Kegelventil des Tellers, worauf die Campane über Alcali luftdicht schliefsend gestellt war, und liefs die während acht Tagen ausgetrocknete Luft in den Ballon strömen. Nach einem in der Nähe befindlichen Thermometer war ihre Temperatur 9°,75 und im Augenblicke des Zulassens entstand im Halse des Ballons ein feiner Nebel, welcher mit unglaublicher Schnelligkeit gebildet wurde, und wieder verschwand, so dafs ich den Apparat vollkommen klar verliefs, um erst den Teller mit der Campane durch Eindrücken des von Wachs geformten Kegelventils wieder gehörig einzurichten. Während dieser Zeit war das Thermometer im Innern auf 18° herabgesunken, und es hatte sich ein beträchtlicher Niederschlag an den Wänden gebildet. Diesen wegzuschaffen erforderte längere Zeit als bey einem luftleeren Raume, indefs konnte ich ohne Schwierigkeit die volle Verdunstung bey 19° erhalten, und zwar mit einer Leichtigkeit, dafs ich schliefsen mufste, dieser Punkt liege bey genauer Untersuchung noch tiefer, als bey dieser angegebenen Temperatur. Die Genauigkeit, welche ich bey diesem Versuche zu erreichen wünschte, bewog mich einige längere Zeit auf denselben zu verwenden, und ich

liefs daher die Luft in der Campane dreymal und zweymal vier und zwanzig Stunden über dem Cali stehen, weswegen ich am 10ten dann am 12ten und endlich am 13ten die lezte Portion Luft in den Ballon strömen liefs. Als ich demnächst den Punkt der vollen Verdunstung absichtlich und mit gröfster Vorsicht aufsuchte, fand ich denselben zu verschiedenenmalen mit Bestimmtheit bey 18°, wobey ich den Ballon allezeit zuerst oben und unten erwärmte, damit an den dickeren Theilen keine Flüssigkeit niedergeschlagen werden konnte. Es leidet daher keinen Zweifel; dafs 18° die richtige Temperatur ist, bey welcher der Punkt der vollen Verdunstung angegeben werden mufs, und die frühere Beobachtung fast 19° mufs als etwas zu grofs verworfen werden. Beyläufig bemerke ich noch, dafs ich durch einen glücklichen Zufall die erforderliche Quantität Luft so genau getroffen hatte, dafs nach der Erwärmung auf 18° beym Eröffnen des Hahns die Elasticität der äufsern und innern vollkommen gleich war, so weit man durch keine Spur eines Geräushes von entweichender Luft beym sorgsamsten Lauschen hierüber urtheilen kann. Das Barometeter zeigte 27″ . 8,‴65 Cor. Th. 8°,4.

Nach diesen Bestimmungen wog ich das gebrauchte Alcali, und fand seine Gewichtszunahme 35,5 Mites. Werden diese nach dem angegebenen Verhältnisse $= \frac{1}{1,3854}$. . . vertheilt; so kommen auf den Ballon fast 15 und auf die Campane etwas mehr als 20,5, wo-

durch also die Feuchtigkeit angegeben wird, welche die Luft bey der mittleren Temperatur des Zimmers enthielt, d. h. bey ohngefähr 10° würden 15 Mites die Luft im Ballon dem Punkte der Sättigung nahe bringen, welches mit den früher gefundenen Gröſsen so genau zusammentrifft, als es bey ähnlichen Versuchen nur möglich ist.

Versuch 15.

Nach den vorher erzählten Versuchen blieben die Gesetze der Verdunstung sowohl, als die denselben proportionalen Elasticitäten für Alcohol immer noch zweifelhaft, weswegen ich mich noch zu einem Versuche entschloſs, und mir vornahm, denselben ganz in der Art anzustellen, sls dieses beym 13ten geschehen war. Der Apparat wurde deswegen auf ganz gleiche Weise eingerichtet, und das Röhrchen enthielt nur 32,75 Mites. Diese betragen dem Volumen nach zu Wasser gerechnet

$$\log. p = 0{,}1012747$$
$$\log. 32{,}75 = 1{,}5152113$$
$$\log. P = 1{,}6164860 \text{ giebt } 41{,}351$$

diese machen

$$\log. v = 0{,}1887830 - 4$$
$$\log. P = 1{,}6164860$$
$$\log. J = 0{,}8052690 - 3$$

$$0{,}0063866 = \frac{1}{156{,}58}\text{ Cub. Zoll oder } 0{,}000041204$$

$$= \frac{1}{24270} \text{ vom Inhalte des Ballons aus.}$$

Das Vacuum war sehr weit gebracht, denn der Unterschied der Quecksilberhöhen im Elasticitätsmesser betrug nicht mehr als höchstens 0,76 Linien, aber die Beobachtung der Elasticitäten wurde mir sehr erschwert, weil der Alcoholdunst durch den mehrfachen Gebrauch des Barometers, ungeachtet der nicht versäumten Reinigung des offenen Schenkels sich an die Wände gelegt, oder mit dem Quecksilber verbunden hatte, wodurch sich die Säule an mehreren Orten trennte. Ich mufste daher den Ballon umkehren, und durch Schütteln die getrennten Theile zu vereinigen suchen, welches mir bis auf eine kleine Lücke nach vollkommen glückte. Folgende Barometerstände, wobey auf die Trennung des Quecksilbers durch Schätzung Rücksicht genommen ist, habe ich für die verschiedenen Temperaturen aufgezeichnet.

t	— 5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
b	3,5	4,25	4,30	4,50	4,75	4,90	5,00	5,25	5,45	6,50
b'	—	4,40	4,50	4,75	4,85	5,00	5,10	5,35	5,45	6,50

Werden die arithmetischen Mittel aus diesen beyden Reihen auf die angegebene Weise berechnet, so dafs die Elasticitäten der Luft für die verschiedenen Temperaturen für sich abgezogen werden, so erhalten wir folgende Gröfsen.

t.	b.	El. d. Luft.	El. d. Dunstes.
— 5	3,5	0,73191	2,76808
0	4,32	0,75000	3,57000
5	4,40	0,76808	3,63191
10	4,62	0,78617	3,83383
15	4,80	0,80426	3,99574
20	4,95	0,82234	4,12765
25	5,05	0,84043	4,20956
30	5,30	0,85852	4,44147
35	5,45	0,87661	4,62338
40	5,60	0,89469	4,70530

Den Punkt der vollen Verdunstung fand ich in wiederholten Versuchen zwischen 3° bis etwas weniges darunter, was aber kaum in Anschlag zu bringen ist. Bey einer Temperatur von 12° öffnete ich den Hahn, allein die eindringende äuſsere Luft bewirkte überall keinen Niederschlag, und dieser entstand erst dann, als das Thermometer bis 8° herabgegangen war. Da hierbey sowohl der Dunst des Alcohols als der atmosphärischen Luft vereinigt expandirt waren, so verdient bemerkt zu werden, daſs es an diesem Tage den 14ten Febr. ein vollkommen heiterer Tag war, an welchem bey scharfer Kälte kein Wölkchen den Himmel trübte. Das Barometer zeigte des Morgens 27″ . 7,‴9 . Cor. Th. 5,6 . Mittags 27″,8‴,3 Cor. Th. 10°,4.

Versuch 16.

Die Gesetze der Verdunstung des Alcohols führten mich auf die Untersuchung des Verhaltens des Dunstes, welcher von reinem Schwe-

feläther gebildet wird (*). Die Naphtha, deren ich mich bediente, erhielt ich früherhin als absolut rein, aber in so geringer Quantität, daſs ich ihr specif. Gew. nicht bestimmen konnte; weil sie aber ganz nach Saussures Angabe bereitet seyn sollte, glaubte ich ihr specif. Gew. unbedenklich zu 0,717 annehmen zu können (**). Sie war wasserhell mit einer wenig merklichen weiſslichen Tingirung, zeigte aber späterhin einen feinen weiſslichen Niederschlag, vermuthlich von den Substanzen, über denen sie zu besserer Rectificirung geschüttelt, aber nicht abgezogen worden war. Wäre es mir gleich anfangs recht klar geworden, daſs ohne wirkliche und zwar höchst vorsichtige Rectification durch Destillation keine absolute Naphtha zu erhalten ist; so hätte ich die gebrauchte alsobald verworfen und mir bessere zu verschaffen gesucht. Inzwischen will ich die Reihe der angestellten Versuche mit wenigen Worten erzählen.

Es kostete unglaubliche Mühe, und erforderte eine ganz eigene Manipulation, die so sehr flüchtige Substanz in dem Röhrchen einzuschlieſsen, denn so fein ich dasselbe auch auszog, so bildete sich doch gar zu leicht eine Quantität Dunst in der Spitze, wurde durch die Flamme der Lampe entzündet, und zersprengte das schmelzende Glas, oder ver-

(*) Aus Gründen, welche im zweyten Abschnitte, in den Anmerkungen näher erläutert werden, muſste ich die Erzählung dieser Versuche im Manuscripte umarbeiten, welches nicht ohne Einfluſs auf die Darstellung geblieben ist.

(**) S. Klaproth und Wolf chem. Wörterbuch IV. 638.

hinderte überhaupt durch einen Strom brennenden Dunstes das Zusammenschmelzen. Das erste Röhrchen, welches ich verfertigt hatte, enthielt 83 Mites, welche vorausgesetzt, daſs das angenommene Verhältniſs das richtige ist, durch den Logarithmen desselben = log. p^I = 0,1544807 auf Wasser reducirt,

$$\begin{array}{lll} \log. p^I & = & 0{,}1444807 \\ \log. 83 & = & 1{,}9190781 \\ \hline \log. P & = & 2{,}0635588 = 115{,}76 \ldots \end{array}$$

ausmachen. Diese betragen demnach

$$\begin{array}{lll} \log. v & = & 0{,}1887830 - 4 \\ \log. P^I & = & 2{,}0635588 \\ \hline \log. J & = & 0{,}2523418 - 2 \end{array}$$

$$0{,}017879 = \frac{1}{55{,}931} \ldots \text{ Cub. Zoll oder}$$

$$0{,}00011535 = \frac{1}{8669{,}5} \text{ vom Inhalte des Ballons.}$$

Aus leicht begreiflichen Gründen konnte ich hierbey keine Bleykugeln mit Wachs anwenden, sondern muſste die Enden des an einem Faden hängenden Röhrchen mit Bley beschweren, und dasselbe dann durch sein eigenes Gewicht sprengen, welches indeſs wegen der Elasticität des fein ausgezogenen mittleren Theils nicht ohne eine starke Erschütterung geschehen konnte. Hierdurch flog ein Theil des Quecksilbers im Elasticitätsträger aus dem offenen Ende desselben, und auſserdem trennte sich die ganze Säule, weswegen die Lücke durch Schätzung ausgeglichen werden muſste. Das Heberbarometer der Luftpumpe gab die Verdünnung durch eine Linie Differenz an, und

demnächst beobachtete ich für die verschiedenen Temperaturen folgende Barometerstände.

t	— 5	o	5	10	15	20	25	30	35
b	8,00	8,50	9,60	11,25	13,50	14,00	14,50	14,75	15,25
b′	—	9,20	10,50	12,00	13,50	14,00	14,50	14,75	15,25

Bey der Erwärmung des Ballons war mir die lange Zeit auffallend, welche dieselbe erforderte, so daſs hieraus eine gröſsere Wärmecapacität der dichteren Dunstarten hervorzugehen scheint. Das arithmetische Mittel aus beyden Reihen auf die gewöhnliche Weise für Luft und Dunst besonders berechnet, giebt foldende Gröſsen.

t.	b.		El. d. Luft.		El. d. Dunstes.
— 5	8,00	—	0,97588	—	7,02411
o	8,85	—	1,00000	—	7,85000
5	10,05	—	1,02412	—	9,02588
10	11,62	—	1,04823	—	10,57176
15	13,50	—	1,07235	—	12,42765
20	14,00	—	1,09646	—	12,90354
25	14,50	—	1,12058	—	13,37942
30	14,75	—	1,14469	—	13,60531
35	15,25	—	1,16881	—	14,08119

Weiter als bis 35° konnte ich die Untersuchung nicht fortsetzen, weil die durch Ablaufen verkürzte Quecksilbersäule des Barometers dieses nicht verstattete. Ich untersuchte dann sogleich den Punkt der vollen Verdunstung, welchen ich bey 16°, wie ich glaube, mit vollkommener Sicherheit fand, und um keine weitere Zeit zu verlieren eröffnete ich bey 12° Temperatur der atmosphärischen Luft den Zutritt, wodurch ein starker Niederschlag gebildet wurde.

Versuch 17.

Nachdem ich ein neues Barometer verfertigt hatte, und mit einem Röhrchen voll Naphtha endlich zu Stande gekommen war, exantlirte ich den Ballon bis das Barometer weniger als eine Lin. Differenz zeigte. Der Schwefeläther im Röhrchen wog 58 Mites, welche nach obiger Proportion

$$\begin{array}{lcl} \log. p^{I} & = & 0{,}1444807 \\ \log. 58 & = & 1{,}7634280 \\ \hline \log. P^{I} & = & 1{,}9079087 = 80{,}892\ldots \end{array}$$

Wasser dem Volumen nach gleich sind. Diese machen

$$\begin{array}{lcl} \log. v & = & 0{,}1887830 - 4 \\ \log. P^{I} & = & 1{,}9079087 \\ \hline \log. J & = & 0{,}0966917 - 2 \end{array}$$

$0{,}012494\ldots = \frac{1}{80{,}64}$ Cub. Zoll oder $0{,}000080605$

$= \frac{1}{12484}$ vom Inhalte des Ballons aus.

Während dem Exantliren hatte sich das Röhrchen im Halse des Ballons festgeklemmt, und als ich durch verschiedene Wendungen des Apparats irgend eine Richtung suchte, in welcher ich dasselbe durch Erschütterung zerbrechen könnte, floſs fast alles Quecksilber aus dem kurzen Schenkel des Barometers, so daſs ich den ganzen Versuch zu nichts weiter gebrauchen konnte, als den Punkt der vollen Verdunstung zu finden, welcher bleibend bey 2° war.

demnächst beobachtete ich für die verschiedenen Temperaturen folgende Barometerstände.

t	— 5	0	5	10	15	20	25	30	35
b	8,00	8,50	9,60	11,25	13,50	14,00	14,50	14,75	15,25
b′	—	9,20	10,50	12,00	13,50	14,00	14,50	14,75	15,25

Bey der Erwärmung des Ballons war mir die lange Zeit auffallend, welche dieselbe erforderte, so daſs hieraus eine gröſsere Wärmecapacität der dichteren Dunstarten hervorzugehen scheint. Das arithmetische Mittel aus beyden Reihen auf die gewöhnliche Weise für Luft und Dunst besonders berechnet, giebt foldende Gröſsen.

t.	b.		El. d. Luft.		El. d. Dunstes.
— 5	8,00	—	0,97588	—	7,02411
0	8,85	—	1,00000	—	7,85000
5	10,05	—	1,02412	—	9,02588
10	11,62	—	1,04823	—	10,57176
15	13,50	—	1,07235	—	12,42765
20	14,00	—	1,09646	—	12,90354
25	14,50	—	1,12058	—	13,37942
30	14,75	—	1,14469	—	13,60531
35	15,25	—	1,16881	—	14,08119

Weiter als bis 35° konnte ich die Untersuchung nicht fortsetzen, weil die durch Ablaufen verkürzte Quecksilbersäule des Barometers dieses nicht verstattete. Ich untersuchte dann sogleich den Punkt der vollen Verdunstung, welchen ich bey 16°, wie ich glaube, mit vollkommener Sicherheit fand, und um keine weitere Zeit zu verlieren eröffnete ich bey 12° Temperatur der atmosphärischen Luft den Zutritt, wodurch ein starker Niederschlag gebildet wurde.

Versuch 17.

Nachdem ich ein neues Barometer verfertigt hatte, und mit einem Röhrchen voll Naphtha endlich zu Stande gekommen war, exantlirte ich den Ballon bis das Barometer weniger als eine Lin. Differenz zeigte. Der Schwefeläther im Röhrchen wog 58 Mites, welche nach obiger Proportion

$$\begin{array}{lcl} \log. p^1 & = & 0,1444807 \\ \log. 58 & = & 1,7634280 \\ \hline \log. P^1 & = & 1,9079087 = 80,892 \end{array}$$

... Wasser dem Volumen nach gleich sind. Diese machen

$$\begin{array}{lcl} \log. v & = & 0,1887830 - 4 \\ \log. P^1 & = & 1,9079087 \\ \hline \log. J & = & 0,0966917 - 2 \end{array}$$

$0,012494 \ldots = \frac{1}{80,64}$ Cub. Zoll oder 0,000080605 $= \frac{1}{12484}$ vom Inhalte des Ballons aus.

Während dem Exantliren hatte sich das Röhrchen im Halse des Ballons festgeklemmt, und als ich durch verschiedene Wendungen des Apparats irgend eine Richtung suchte, in welcher ich dasselbe durch Erschütterung zerbrechen könnte, floſs fast alles Quecksilber aus dem kurzen Schenkel des Barometers, so daſs ich den ganzen Versuch zu nichts weiter gebrauchen konnte, als den Punkt der vollen Verdunstung zu finden, welcher bleibend bey 2° war.

Versuch 18.

Ungesäumt schritt ich zu der mühsamen Arbeit, das Barometer abermals zu füllen und auszukochen, weil gerade dieses die am besten paſsliche Gröſse hatte, füllte ein Röhrchen auf die gewöhnlichs Weise, und richtete den ganzen Apparat aufs Beste ein. Die Quantität Naphtha wog 72 Mites und glich daher dem Volumen nach

$$\begin{array}{lcl} \log.\ p^{1} & = & 0{,}1444807 \\ \log.\ 72 & = & 1{,}8573325 \\ \hline \log.\ P & = & 2{,}0018132 \end{array} = 100{,}42 \text{ Wasser,}$$

und diese betragen

$$\begin{array}{lcl} \log.\ v & = & 0{,}1887830 - 4 \\ \log.\ P^{1} & = & 2{,}0018132 \\ \hline \log.\ J & = & 0{,}1905962 - 2 \end{array}$$

$$0{,}015509\ \ldots = \frac{1}{64{,}477} \text{ C. Z. oder } 0{,}00010006$$

$$\ldots = \frac{1}{9994} \text{ vom Inhalte des Ballons.}$$

Der Ballon wurde mit Mühe sehr vollständig exantlirt; so daſs ich die Differenz des Quecksilbers in beyden Schenkeln des Heberbarometers kaum 1 Linie annehmen kann, und das Röhrchen war so vorsichtig gefüllt und zugeschmolzen, daſs gar kein Residuum von atmosphärischer Luft darin zurückblieb. Nicht ohne Gefahr, aber zum Glück ohne Beschädigung des Barometers zersprengte ich das Röhrchen, und nachdem ich den Ballon 12 Stun-

den in einer bleibenden Temperatur von — 3° erhalten, während dieser ganzen Zeit aber gar keine Veränderung des Barometers wahrgenommen hatte, konnte ich mit Zuversicht die Beobachtung der Elasticitäten anfangen. Folgende Gröſsen sind die Resultate derselben.

t	—10	—5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
b	5,75	7,50	8,75	10,25	11,50	12,50	13,50	14,00	14,25	14,75	15,10
b′	—	7,50	10,00	11,00	12,25	13,10	13,50	14,00	14,25	14,75	15,10

Indem ich die Untersuchung der Elasticitäten am 17ten und 18ten Febr. mehrmals wiederholte, um recht genaue Resultate zu erhalten, und durch diesen einen Versuch fernere gleicher Art entbehren zu können, erhielt ich eine Reihe, welche fast allezeit ohne irgend eine Abweichung wiederkehrte, und ich daher bey der Berechnung dem arithmetischen Mittel aus den beyden verzeichneten vorziehen zu müssen glaubte. Auch diesesmal machte ich die Beobachtung, daſs die Erwärmung bey den niedern Graden so schwierig ist, und eine geraume Zeit erfordert, bey den höheren aber geht dieselbe viel schneller, die Erkältung aber hat weniger Abweichung von den gewöhnlichen Erscheinungen.

Werden die Elasticitäten auf die gewöhnliche Weise berechnet; so daſs die Werthe für Luft und Dunst von einander getrennt für sich bestehen, so erhalten wir folgende Gröſsen:

t.		b.		El. d. Luft.		El. d. Dunstes.
— 10	—	5,75	—	0,95176	—	4,59824
— 5	—	7,50	—	0,97588	—	6,52411
0	—	9,00	—	1,00000	—	8,00000
5	—	11,15	—	1,02412	—	10,12588
10	—	12,25	—	1,04823	—	11,20177
15	—	13,10	—	1,07235	—	12,02765
20	—	13,50	—	1,09646	—	12,40354
25	—	14,00	—	1,12057	—	12,87942
30	—	14,25	—	1,14469	—	13,10531
35	—	14,75	—	1,16881	—	13,58119
40	—	15,10	—	1,19292	—	13,90708

Um mich noch sicherer von der Richtigkeit der erhaltenen Resultate zu überzeugen, liefs ich den Ballon bis zum 20sten Febr. in einer Temperatur stehen, welche im Mittel nicht höher war, als — 4°,5, und fand auch dann noch das Barometer ganz unverändert. Die Bestimmung des Punktes der vollen Verdunstung war etwas schwierig, weil Glassplittern und einige Quecksilberkügelchen am Boden des Ballons lagen, an welche die Dünste zuerst präcipitirt zu werden pflegten. Indefs glaube ich, dafs dieser Punkt mit Sicherheit bey 6° gesetzt werden kann, wenigstens liegt die Temperatur auf allen Fall nicht höher, wahrscheinlich aber wohl etwas niedriger.

Bey 10° Temperatur eröffnete ich den 20sten des Morgens den Hahn, aber die eindringende Luft erzeugte gar keinen Niederschlag. Die Luft auf dem Zimmer war sehr trocken, es herrschte Nordostwind, wobey die Kälte im Freyen des Nachts bis — 14°,5 herabkam, und um 8 Uhr zeigte das Thermometer noch — 7°,15. Das Barometer stand Mor-

gens auf 27″,10‴,00. Cor. Therm. 5°,75. Mittags Barometer 27″,10‴,00 Cor. Ther. 7°,6 und die Sonne schien klar in die Zimmer. Nachmittags um 3 Uhr nahm ich den Apparat auseinander, wodurch die umgebende Luft mit einem starken Geruche nach Aetherdunst erfüllt wurde, und selbst nachdem ich den Ballon auf die angegebene Weise gereinigt hatte, konnte ich die lezten Spuren dieses Geruches nicht ganz vertilgen.

Versuch 19.

Die anhaltende Kälte am Ende des Febr. schien mir zu günstig für die Versuche mit Wasserdunst, als dafs ich diese nicht hätte fortsetzen sollen. Vorzüglich wünchte ich den Punkt der vollen Verdunstung für geringe Quantitäten in Temperaturen, welche noch unter 0° liegen, aufzufinden, und da ich aus dem zweyten Versuche wufste, dafs ich auf allen Fall weniger als 12 Gewichtstheile nehmen müsse, wollte ich die tief unter dem Gefrierpunkte liegenden Sättigungsgrade ausmitteln, und aptirte daher ein Röhrchen mit nicht mehr als 4,25 Mites Wasser. Allein nach langen und mühsamen Anstrengungen fand ich die Resultate so verschieden, dafs ich die Aufgabe als unthunlich aufgeben mufste. Es war mir nämlich unmöglich, bey so niedrigen Temperaturen den Niederschlag des Dunstes an der messingnen Fassung zu vermeiden, und wenn ich diese mehr zu erwärmen suchte, kam ich jederzeit mit dem ganzen Apparate über den Punkt der vollen Verdunstung hinaus.

Versuch 20.

Durch den fehlgeschlagenen Versuch nicht abgeschreckt, richtete ich einen neuen zu, in der Hoffnung, durch nochmaliges vorsichtiges Reinigen und Austrocknen des Ballons wenigstens für eine etwas gröſsere Quantität Wasser den Punkt der vollen Verdunstung zu finden. Das Röhrchen enthielt 6,5 Mites Wasser, und diese betragen

$$\log. v = 0{,}1887830 - 4$$
$$\log. 6{,}5 = 0{,}8129134$$
$$\log. J = 0{,}0016964 - 3$$

$$0{,}0010039\ .\ . = \frac{1}{996{,}1} \text{ Cub. Zoll oder}$$

$$0{,}000006476\ .\ . = \frac{1}{154395} \text{ vom Inhalte des}$$

Ballons. Das Vacuum wurde sehr genau bis kaum 1 Lin. Differenz des Heberbarometers, aber die Schwierigkeiten in der Bestimmung des gesuchten Punktes der gröſsten Dichtigkeit waren abermals fast unüberwindlich. Indeſs glaube ich denselben nahe bey dem Gefrierpunkte mit ziemlicher Zuverlässigkeit gefunden zu haben, jedoch nicht genauer, als daſs wenigstens ein Grad über und unter dieser Bestimmung als Fehlergrenze zugestanden werden muſs; weswegen auch diese Angabe für jede Berechnung zu schwankend ist.

Versuch 21.

Um nicht zu viele Zeit zu verlieren eilte ich zu neuen Versuchen mit immer steigenden

Mengen. Das verfertigte Röhrchen enthielt diesesmal wider meinen Willen etwas zu viel Wasser, nämlich 11,25 Mites, aber ich wollte um so weniger dasselbe verwerfen, da es vielmehr dazu dienen konnte, den 2ten Versuch zu controliren. Die Wassermenge betrug

$$\begin{array}{lcl} \log. v & = & 0{,}1887830 - 4 \\ \log. 11{,}25 & = & 1{,}0511525 \\ \hline \log. J & = & 0{,}2399355 - 3 \end{array}$$

$$0{,}0017375 \;.\;. = \frac{1}{575{,}53} \text{ Cub. Zoll oder}$$

$$0{,}00001121 = \frac{1}{89207} \text{ vom Inhalte des Ballons.}$$

Als das Röhrchen zersprengt und alles Wasser verdunstet war, brachte ich den Ballon in das Büchercabinet, worin sehr bald ein reichlicher Niederschlag gebildet wurde, und welchen ich vorzüglich stark fand, als das Thermometer auf — 5° gefallen war. Bey dieser Temperatur nach Anzeige des Thermometers im Innern fand ich den Nebel an der innern Fläche des Glases noch tropfbar flüssig, aber er wurde in der Zeit von etwa einer Stunde in einige Eiscrystalle verwandelt, und diese erhielten sich in einem Wechsel der Temperatur von — 5° bis — 10°. Am folgenden Tage den 14ten Febr. brachte ich den Ballon nach und nach in eine höhere Temperatur, und fand auf diese Weise die volle Verdunstung bey 6°. Weil ich aber die Gesetze der Elasticität des Wasserdunstes oft genug untersucht hatte, und gern den Punkt der vollen Verdunstung noch einmal für geringere Wasser-

mengen aufsuchen wollte, ging ich sogleich zu einem neuen Versuche über.

Versuch 22.

Das sehr feine Röhrchen enthielt nur 8,5 Mites Wasser, welche

$$\begin{array}{lcl} \text{log. v} & = & 0{,}1887830 - 4 \\ \text{log. } 8{,}5 & = & 0{,}9294189 \\ \hline \text{log. J} & = & 0{,}1182019 - 3 \end{array}$$

$$0{,}0013128\ldots = \frac{1}{761{,}72} \text{ Cub. Zoll oder}$$

$$0{,}0000084698 = \frac{1}{118067} \text{ vom Inhalte des Bal-}$$

lons ausmachten.

Das Vacuum zeigte nicht völlig 1,25 Lin. Differenz, und nachdem ich mich versichert, daſs alle Theile des Apparats luftdicht schlossen, zersprengte ich das Röhrchen bey 21°, worauf in sehr kurzer Zeit kein tropfbar flüssiges Wasser mehr zu sehen war. Bey allmäliger, aber nicht vorzüglich langsamer Erkältung entstand bey 6° die erste Spur eines Niederschlags, welcher sich während eines Zeitraums von zwey Stunden in einige Eiscrystalle verwandelte. Ich machte mir das Vergnügen, auch diesesmal dem Ballon mehrmals eine halbe Umdrehung um seine verticale Axe zu geben, worauf dann die Crystalle nach der entgegengesetzten Seite wanderten, und am Abend war nur noch ein einziger zugegen, welcher aber am andern Morgen bey — 5°,25 gleichfalls verschwunden war. Nur schwache Spuren ei-

nes Niederschlags konnte ich am Thermometer entdecken, die ich aber nicht weiter beachtete, weil ich entschlossen war, auch bey dieser geringen Menge des verdunsteten Wassers die Elasticitäten des expansibelen Fluidum zu messen, wobey ich folgende Gröſsen erhielt.

t	—5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
b	2,00	3,10	3,50	3,75	3,80	3,90	4,00	4,10	4,25	4,40
b'	2,00	3,25	3,60	3,75	3,80	3,90	4,00	4,10	4,25	4,40

Die Zunahmen der Barometerstände waren so geringe, daſs ich sie kaum beobachten und schätzen konnte, glaube aber im Ganzen durch die angegebenen Gröſsen der Wahrheit sehr nahe gekommen zu seyn, und es ist natürlich, daſs bey so unmerklichen Verschiedenheiten die Werthe in beyden Reihen fast gar nicht von einander abweichen konnten. Berechnen wir die Elasticitäten für die zurückgebliebene Luft nach der Formel, und trennen sie von denen, welche dem Wasserdunste zugehören, so giebt dieses folgende Gröſsen.

t.	b.	El. d. Luft.	El. d. Dunstes. a	El. d. Dunstes. b
— 5	— 2,00	— 1,2198	— 0,7802	1,34
0	— 3,18	— 1,2500	— 1,9300	2,52
5	— 3,55	— 1,2801	— 2,2599	2,89
10	— 3,75	— 1,3103	— 2,4397	3,09
15	— 3,80	— 1,3404	— 2,4596	3,14
20	— 3,90	— 1,3706	— 2,5294	3,24
25	— 4,00	— 1,4007	— 2,5993	3,34
30	— 4,10	— 1,4308	— 2,6692	3,44
35	— 4,25	— 1,4610	— 2,7890	3,59
40	— 4,40	— 1,4912	— 2,9088	3,74

Während dieser Untersuchung bemühete ich mich zugleich den Punkt der vollen Verdunstung aufzufinden, welches bey einer so geringen Wassermenge nicht ohne Schwierigkeit erreicht werden konnte; indeſs überzeugte ich mich mit Gewiſsheit, daſs er nicht über 5° fallen konnte. Um daher diese Bestimmung mit hinlänglicher Genauigkeit zu erhalten, setzte ich den bis 5° erkälteten und immer noch vollkommen klaren Ballon in das offene Fenster, und lieſs seine Temperatur bis — 8° herabgehen. Gleich im Anfange der Erkältung fand ich an der einen Seite einen Niederschlag, welcher sich nach nicht langer Zeit in einige kleine Crystalle verwandelte, und um daher in so niedriger Temperatur das Hinübergeführt werden der Crystalle zu beobachten, imgleichen in der Hoffnung, die Schneeflocken nochmals gebildet zu sehen, drehete ich, wie gewöhnlich den Ballon ein halbesmal um seine verticale Axe. Die Erscheinung, welche sich mir zufällig darbot, hatte viel mehr Interesse als die ihr ähnlichen früher beobachteten, und ich verdankte sie dem Zufalle erst so spät, wahrscheinlich deswegen, weil ich bey einer so geringen Quantität Wasser recht oft nachsah, damit keine schnell vorübergehende Veränderung unbemerkt bliebe. Ich sah nämlich die Crystalle merklich verkleinert, und an der entgegengesetzten Seite einen durchsichtigen (nicht weiſslich schimmernden, wie sonst gewöhnlich der Fall ist) Niederschlag entstanden, welcher nach allem, was ich darüber zu bestimmen vermag, tropfbar flüssig war. Daſs ich es nicht wage, hierüber mit absoluter Gewiſsheit zu

entscheiden, folgt von selbst aus der grofsen Schwierigkeit einer solchen Beobachtung. Der Apparat war bis — 7° erkältet, liefs sich daher nicht manipuliren, ja er vertrug nicht einmal die Nähe des Gesichts, selbst bey zurückgehaltenem Oden, ohne sofort auf der Aufsenseite mit einem Nebel belegt zu werden, welcher jede fernere Beobachtung unmöglich machte. Aufserdem aber versteht sich von selbst, dafs der beschriebene Niederschlag nur kurze Zeit nach seiner Entstehung im tropfbar flüssigen Zustande blieb, alsdann aber gefror und zu einzelnen Crystallen vereinigt wurde. So weit aber durch eine einzige Beobachtung eine vollkommene Ueberzeugung hervorgebracht werden kann, habe ich diese völlig erhalten, und trage kein Bedenken zu behaupten, dafs die Auflösung des Eises in jeder Temperatur tropfbar flüssig ist, und als solche auch niedergeschlagen wird, dann aber zu Eis gefriert.

Demnächst bemühete ich mich, den Punkt der vollen Verdunstung durch Erwärmen bis + 5° und nachheriges allmäliges Abkühlen mit gröfster Genauigkeit zu bestimmen. Die mehrerwähnten Schwierigkeiten hinderten diese Operation allerdings, doch glaube ich, dafs die Angabe, wenn ich diesen Punkt auf 3° setze, der Wahrheit sehr nahe kommt. Ich wollte dann den Versuch beendigen, weil es mir überflüssig schien, denselben weiter zu verfolgen, allein das sehr heitere Wetter, welches am 26sten Febr. mit starker Kälte verbunden war, forderte mich noch zu einer Beobachtung auf. Ich wünschte nämlich den Apparat auf eine

niedrige Temperatur zu bringen, und dann mit der sehr erkälteten Luft zu füllen, um zu sehen, wie weit der Punkt der vollen Verdunstung, wenigstens nach einer ohngefähren Angabe dadurch hinaufgerückt würde. Inzwischen konnte ich ohne grofse Unbequemlichkeit dem Ballon eine der äufsern gleiche Temperatur nicht geben, da der scharfe Wind das Aufhängen desselben im Freyen hinderte, und so stark das offene Fenster traf, dafs ich die dadurch bewirkte Erkältung des Zimmers nicht ertragen konnte. Ich begnügte mich daher die Temperatur desselben durch längeres Stehen im Cabinette bey verschlossenen Fenstern bis — 4° herabzubringen, indem das Thermometer im Freyen um 8 Uhr — 8° und um 12 Uhr — 5°,25 zeigte. Der Ballon war völlig klar, hatte aber auf dem Boden drey Crystalle von unbedeutender Gröfse. Um 10 Uhr setzte ich ihn bey ganz heiterm Himmel und — 7°,25 Thermometerstande im Freyen ins offene Fenster, öffnete den Hahn, wodurch ein beträchtlicher Niederschlag entstand, und das Thermometer im Innern von — 4° auf 0° stieg. Das Barometer zeigte 27″7‴,3. das Cor. Th. 7°,25 Um den ferneren Wechsel der Luft zu verhüten, verschlofs ich den Hahn wieder, und fand am Nachmittage bey 5°,75 den Ballon ganz ohne Niederschlag, so dafs also der Punkt der vollen Verdunstung für diese Mischung aus Luft und Dunst nicht wohl höher liegen kann.

Versuch 23.

Nicht sowohl um eine neue Wahrheit zu entdecken, als vielmehr um die Methode,

welche ich bey den erzählten Versuchen beobachtet habe, in Hinsicht der Genauigkeit zu prüfen, schien es mir nützlich, mit dem gebrauchten Apparate und ganz nach der bis dahin befolgten Methode die Ausdehnung der trockenen Luft durch verschiedene Grade der Wärme zu untersuchen, weil wir dieselbe durch vielfache Versuche als hinlänglich genau aufgefunden ansehen können. Sollten die erhaltenen Resultate von früheren Beobachtungen zu sehr abweichen, dann würde hierin ein Grund liegen, die ganze Art, wie die Elasticitäten gemessen sind, zu verwerfen, welches aber im Allgemeinen nicht zu erwarten war.

Nachdem ich den Ballon vollständig gereinigt und ausgetrocknet hatte, untersuchte ich zuvor die Genauigkeit des gebrauchten Elasticitätsträgers durch Vergleichung mit dem gut gearbeiteten Heberbarometer der Luftpumpe, und als ich mich von seinem richtigen Gange überzeugt hatte, legte ich ihn an die flache Seite des Thermometers mit geätzter Scale, weil ich mich desselben zu den folgenden Versuchen bedienen wollte, und heftete beyde durch ein Verbindungsstück an die messingne Vorrichtung, welche durch einen guerickschen Hahn den Ballon zu verschliefsen diente, und exantlirte den Apparat. Als das Barometer eine Differenz von 0,75 Lin. zeigte liefs ich ihn 48 Stunden stehen, um mich zu versichern, dafs alle Theile luftdicht schlossen, füllte ihn dann mit Luft, welche vom 28sten Febr. bis zum 2ten März über caustischem Cali ausgetrocknet war, und exantlirte abermals bis zu einer nicht grofsen Differenz der Quecksilber-

höhen im Heberbarometer. Die eingefallene gelinde Witterung liefs mich vermuthen, dafs ich vorerst keine Gelegenheit wieder finden würde, den Apparat, so oft ich wünschte, bis zum Gefrierpunkte zu erkälten, und um daher den intendirten Versuch anstellen zu können, brachte ich in ein sehr erkältetes Zimmer eine Platte Eis, auf welche ich den Ballon stellte, indem ich ihn zugleich mit Eisstücken umlegte, wodurch ich aber seine Temperatur nicht unter 0,5 herabbringen konnte. Diese fehlende Gröfse zu compensiren, ging ich bey der Erwärmung allezeit bis 40°,5, habe aber in der Berechnung statt dessen die Grade vom Eispunkte bis 40° angenommen. Um aber den Stand des Elasticitätsträgers mit so viel gröfserer Genauigkeit zu beobachten, erwärmte ich den bis 0°,5 erkälteten Ballon bis 40°, suchte den Stand des Heberbarometers hierfür genau zu bestimmen, und liefs ihn dann wieder bis 0°,5 erkalten, um durch diese doppelte Beobachtung gegen Fehler gesichert zu seyn. Damit aber die Beobachtungsfehler durch die gröfsere Zahl ausgeglichen würden, liefs ich demnächst noch zu drey wiederholtenmalen eine neue Portion ausgetrockneter Luft in den Ballon strömen, um bey einem höheren Stande des Heberbarometers den nämlichen Versuch auf ganz gleiche Weise zu wiederholen. Der Unterschied des Standes des Quecksilbers im Elasticitätsmesser bey 0°,5 und 40°,5 oder wie in der Rechnung geschrieben ist, bey 0° und 40° giebt den Zuwachs der Elasticität für 40° der de Lücschen Scale, und da die Elasticitäten nach dem mariotteschen Gesetze den

Dichtigkeiten bey gleicher Temperatur gleich sind, bey gleichen Räumen und unveränderter Dichtigheit aber die Elasticitäten den Ausdehnungen proportional seyn müssen, so giebt das Maſs der Elasticität zugleich das Maſs der Ausdehnung für die Grade des Thermometers, welche die Beobachtung umfaſst, und in der Voraussetzung, daſs die Ausdehnung der Luft auch über diese Temperatur hinaus auf gleiche Weise zunimt, für den Temperaturunterschied zwischen den beyden festen Punkten der Thermometerscale. Dieses Gesetz als richtig zugestanden, läſst sich die Berechnung nach einem simpeln Proportionalsatze leicht anstellen, und giebt folgende Gröſsen.

	Temperatur		Vermehrung des Barom.	Ausdehnung für 80°	Absol. Ausdehn. d. Luft v. 0° — 80°
	0°R.	40°R.			
1)	2,75	— 3,25	— 0,50	— 1,00	— 0,36363 . . .
2)	9,75	— 11,50	— 1,75	— 3,5	— 0,35897 . . .
3)	15,50	— 18,25	— 2,75	— 5,50	— 0,35484 . . .
4)	21,25	— 25,25	— 4,00	— 8,00	— 0,37647 . . .

Das arithmetische Mittel aus diesen vier Versuchen giebt die Ausdehnung der atmosphärischen Luft zwischen den beyden festen Punkten des Thermometers, ohne auf die Ausdehnung des Glases Rücksicht zu nehmen zu 0,36348 das Volumen derselben beym Gefrierpunkte als Eiuheit angenommen. Dieses Resultat weicht von den bisher erhaltenen Bestimmungen nur wenig ab; ist aber im Ganzen kleiner. Es darf hierbey nicht übersehen werden, daſs die untersuchte Luft sehr trocken, wo nicht absolut trocken war.

Durch die bis jezt erzählte Reihe von Versuchen konnte ich die Aufgabe für gelöset ansehen, denn es liefs sich erwarten, dafs durch die Bestimmungen der Dichtigkeiten des Wasserdunstes im Maximo bey verschiedenen Temperaturen und für sehr verschiedene Mengen sich leicht ein allgemeines Gesetz der Dichtigkeiten desselben bey verschiedenen Wärmegraden würde auffinden lassen, wenn es ein solches überhaupt giebt. Weil aber die für solche Versuche günstige Kälte noch fortdauerte, und ich durch die aufgewandten Bemühungen sowohl von den Schwierigkeiten, welche überwunden werden mufsten, genauer unterrichtet, als auch in den einzelnen Handgriffen, ohne welche ein günstiger Erfolg nicht zu hoffen ist, mehr geübt war; so entschlofs ich mich, wo möglich noch eine Reihe Versuche mit verschiedenen, aber in einem gewissen Verhältnisse wachsenden Wassermengen anzustellen, um die beobachteten Temperaturen nach den verschiedenen Dichtigkeiten leichter und besser einem allgemeinen Gesetze unterzuordnen. Vor allen Dingen forderte mich die im ganzen Winter genossene Mufse und Befreyung von allen Amtsgeschäften, welche blofs durch die unvermeidliche Last der Einquartierung häufig unterbrochen wurde, zu einem solchen Unternehmen auf, denn nur diese machten es mir möglich, solche mühsame und zeitkostende Versuche in so grofser Menge anzustellen, wobey mich das Bestreben, eine eben so wichtige als schwierige Frage zur endlichen sichern Entscheidung zu bringen, immer aufs Neue zur Beharrlichkeit ermunterte.

Für die beschlossene neue Reihe kochte ich das Heberbarometer nochmals aus, probirte dasselbe dann erst unter einer Campane auf der Luftpumpe, um das Quecksilber beweglich zu machen und von seinem richtigen Gange überzeugt zu seyn, und bediente mich des Thermometers mit geätzter Scale, weil ich an demselben die Theile einzelner Grade leichter und sicherer unterscheiden konnte. Vor allen Dingen richtete ich aber meine Aufmerksamkeit auf die Bestimmung des Punktes der vollen Verdunstung, weil ich die Gesetze der Elasticität als bekannt voraussetzen konnte, und um die Beobachtungen abzukürzen, welche ohnehin bey geringen Wassermengen für die Unterschiede der Temperaturen von 5° zu 5° nur sehr geringe Veränderungen des Quecksilberstandes im Elasticitätsmesser gaben, und dadurch eben so langweilig als mühsam wurden, entschlofs ich mich blofs von 10° zu 10° die Unterschiede des Barometers aufzuzeichnen.

Versuch 24.

Diese neue Reihe wollte ich mit demjenigen Versuche anfangen, womit ich die vorhergehende beschlossen hatte, und die Ausdehnung der atmosphärischen Luft in kleineren Abständen messen, wobey ich die Nebenabsicht hegte, die Gröfse der Fehlergrenze bey den einzelnen Beobachtungen der Elasticitäten durch Vergleichung mit einer durch mehrfache und sichere Erfahrungen längst ausgemachten Gröfse zu bestimmen. Ich exantlirte deswegen den mit Thermometer und Elasticitätsträger

zugerichteten Ballon abermals, füllte ihn, so weit die Proportion des Inhalts der beschriebenen Klocke zu dem seinigen es zuliefs mit getrockneter Luft, und exantlirte abermals bis zu einem Unterschiede im Stande des Quecksilbers im Heberbarometer, welcher nicht völlig einen Zoll betrug. Nachdem ich mich darauf überzeugt hatte, dafs alle Theile luftdicht schlossen, erkältete ich den Ballon bis zum Eispunkte, suchte bey dieser Temperatur den Stand des Heberbarometers genau zu bestimmen, erwärmte ihn dann bis 10°, und notirte den Unterschied im Stande des Elasticitätsträgers, liefs dann den Apparat wieder bis 0° erkalten, und erwärmte ihn wieder um 10° mehr als vorher. Die verschiedenen Stände des Heberbarometers geben die wachsende Elasticität an, wodurch sich die Ausdehnungen und deren Gesetz leicht auffinden lassen, wenn t; t′ die Temperaturen, b; b′ die ihnen zugehörigen Barometerstände, d den Unterschied beyder und ε; ε′ die Elasticitäten oder die ihnen proportionalen Ausdehnungen der Luft für die Grade der Beobachtung, und für die festen Punkte des Thermometers bezeichnen, das Volumen der Luft bey 0° Temperatur als Einheit angenommen.

t.	b.	t′.	b′	d.	ε	ε′
0°	9,5	10°	10,00	0,50	0,05263	0,42105
0°	9,5	20°	10,25	0,75	0,07894	0,31576
0°	9,5	40°	11,25	1,75	0,18421	0,36842

Das arithmetische Mittel aus allen drey Beobachtungen ist 0,36841, welches mit dem lezten Resultate völlig übereinstimmt, und

zeigt, daſs die Beobachtungsfehler der ersten und zweyten Beobachtung durcheinander ausgeglichen werden (*), im Ganzen aber wird die Ausdehnung der Luft nur eine unmerkliche Gröſse von derjenigen verschieden angegeben, welche im vorigen Versuche gefunden ist. Zugleich zeigt die Vergleichung sehr au-

(*) So genau die Resultate sind, welche dieser Versuch giebt, und so wenig sie sich von denen entfernen, welche von andern auf ganz verschiedenen Wegen gefunden sind, so zeigt doch eine genauere Prüfung sehr bald, wie geringe die Aenderungen sind, wodurch merkliche Verschiedenheiten hervorgebracht werden. Ich kann daher der Wahrheitsliebe gemäſs nicht umhin zu bemerken, daſs ich nach den Notaten im Diario lange schwankte, ob ich den Stand des Elasticitätsträgers zu 9''',5 oder zu 9''',4 annehmen sollte, indem mir ersterer zu groſs, lezterer zu klein angegeben schien, bis ich für den ersteren entschied. Es gehört zwar viel dazu, über 0,1 Lin. entscheiden zu wollen, allein wenn man mit scharfem Auge oft beobachtet, und zur Erreichung einer vollständigen Genauigkeit die gröſste Aufmersamkeit verwendet, auſserdem aber die Bedingungen so günstig sind, als sie zufällig waren, daſs das Quecksilber des einen Schenkels bey 0° genau auf der Linie stand; so kann man zwischen den beyden Hälften einer Linie sehr wohl den Unterschied von 0,1 Linie bestimmen, und entscheiden, welche 0''',6 und welche nur 0''',4 groſs ist. Weil ich aber 9''',5 etwas zu groſs angenommen zu haben glaubte, muſste ich auch den Barometerstand für die höheren Temperaturen etwas groſs annehmen, um Gleichförmigkeit der Messung beyzubehalten. Erlaube ich mir aber zwischen den beyden beobachteten Gröſsen das arithmetische Mittel mit 9''',45 zu nehmen, und den für 10° beobachteten Barometerstand um 0,1 herabzusetzen, also auf 9''',9: so ist der Unterschied 0,45 mithin die Ausdehnung für 80° = 3''',6, welches die Ausdehnung der Luft zu 0,3808 . . . mit den bekannten Resultaten schon aus der ersten Beobachtung vollkommen übereinstimmend angiebt. Indeſs bin ich überzeugt, daſs die Fehler der einzelnen Beobachtungen durch die Zusammenstellung der mehreren und oft wiederholten fast gänzlich ausgeglichen sind.

genfällig, daſs man vermittelst der gröſseren Unterschiede der Temperaturen und wenn die Messung durch höhere Barometerstände geschieht, weit richtigere Resultate erhalten kann, wie sehr natürlich daraus folgt, daſs die kleinen Fehler, welche für kleine Unterschiede verschwinden, durch die Multiplication vergröſsert, sehr bedeutend werden.

Damit ich also nochmals die Beobachtungen bey gröſserem Unterschiede im Stande des Quecksilbers wiederholen könnte, lieſs ich aufs Neue eine Quantität trockne Luft in den Ballon strömen, verfuhr dann mit der Erwärmung ganz auf die angegebene Weise, und erhielt folgende Resultate.

t.	b.	t'.	b'	d.	ε	ε'
0°	20,75	10°	21,75	1,00	0,04819	0,38554
0°	20,75	20°	22,75	2,00	0,09638	0,38554
0°	20,75	40°	24,75	4,00	0,19277	0,38554

Die genaue Uebereinstimmung aller drey Resultate des Versuchs ist, wie der erste Anblick zeigt, ein bloſser Zufall, und kann gar nicht als irgend beweisend angesehen werden. Der Barometerstand für 0° Temperatur war nämlich ganz von ungefähr so getroffen, daſs die Vermehrungen desselben um 1, 2 und 4 Linien für 10° 20° und 40° ganz gleiche Resultate gaben, wiewohl die Regelmäſsigkeit der Zunahme bey der Beobachtung nicht ganz ohne Einfluſs geblieben seyn, und wenigstens die dritte Beobachtung wohl um etwa 0,1 Lin. vergröſsert haben mag. Wenn daher das Gesetz der Ausdehnung für trockne Luft aus den angestellten Versuchen bestimmt werden soll;

so mufs das leztere Resultat als einfach gelten, und aus diesem, nebst den drey Resultaten des vorigen Versuches das arithmetische Mittel genommen werden, welches 0,3727 beträgt, und mit der von verschiedenen andern Gelehrten gefundenen Bestimmung des Gesetzes für die Ausdehnung der trocknen Luft zwischen den beyden festen Punkten des Thermometers genau genug übereinstimmt. Eine weitere Würdigung und Vergleichung mufs dem zweyten Theile vorbehalten bleiben.

Versuch 25.

Sogleich nach Beendigung dieser Untersuchung wandte ich mich abermals zur Fortsetzung der Versuche mit Wasser. Das Röhrchen enthielt 15 Mites, welche

$$\begin{array}{lcl} \log. v & = & 0{,}1887830 - 4 \\ \log. 15 & = & 1{,}1760913 \\ \hline \log. J & = & 0{,}3648743 - 3 \end{array}$$

$0{,}0023167\ldots = \frac{1}{431{,}64}$ Cub. Zoll oder

$0{,}000014946\ldots = \frac{1}{66905}$ vom Inhalte des Ballons ausmachten.

Das Vacuum brachte ich bis dahin, dafs das Heberbarometer 1 Lin. Differenz zeigte, und wohl etwas weniger, welches ich aber nicht in Rechnung bringen kann, wenn ich auf die wenige im Röhrchen zurückgebliebene Luft gleichfalls Rücksicht nehmen will. Um versichert zu seyn, dafs alle Theile des Appa-

rats luftdicht schlossen, liefs ich denselben 18 Stunden stehen, und zerschellte dann das Röhrchen am 5ten März bey einem Thermometerstande von 15°,5, wobey ich deutlich bemerkte, dafs das Barometer augenblicklich zu steigen anfing, und darin beständig zunahm, so wie die Tropfen an der innern Fläche des Glases verdunsteten. Bey einer äufsern Temperatur von — 3° liefs ich den Ballon bis 0° erkalten, und erhielt dann im arithmetischen Mittel aus mehreren Beobachtungen, während deren Anstellung ich etlichemale unterbrochen wurde, und die ich daher nicht in gehöriger Ordnung aufzeichnen konnte, für die verschiedenen Temperaturen von 10° zu 10° folgende Barometerstände, welche auf die angegebene Weise für Luft und Dunst berechnet, folgende Gröfsen geben.

t		b.		El. d. Luft.		El. d. Dunstes. a	b
0	—	3,00	—	1,00000	—	2,00000	2,52
10	—	5,50	—	1,04823	—	4,45177	5,02
20	—	6,25	—	1,09646	—	5,15354	5,77
30	—	7,00	—	1,14469	—	5,85531	6,52
40	—	7,50	—	1,19292	—	6,30708	7,02

Den Punkt der vollen Verdunstung glaube ich bey 10° sehr genau gefunden zu haben, und ich kann mir kaum einbilden, dafs er 0,5 über oder unter dieser Temperatur liegen sollte.

Um abermals die Elasticitäten nach einer Verbindung mit einer gröfsern Quantität Luft zu prüfen, liefs ich von der unter der Campane ausgetrockneten eine geringe Menge in den Ballon strömen, verschlofs ihn wieder und

bewirkte die Erkältung desselben bis 0°. Angenommen, daſs die Elasticität des Dunstes bey der Temperatur des Gefrierpunktes nicht gröſser war, als sie in der ersten Berechnung angenommen worden, und auch nach dem Hinzukommen einer neuen Quantität Luft unverändert geblieben ist; so erhalten wir aus den Beobachtungen folgende berechnete Werthe.

t.	b.	El. d. Luft.	El. d. Dunstes.
0	13,5	11,500	2,000
10	15,00	12,055	2,944
20	17,75	12,609	5,150
30	19,00	13,164	5,835
40	20,00	13,718	6,281

Den Punkt der vollen Verdunstung suchte ich für diese Verbindung bloſs beyläufig, fand ihn aber allezeit mit der vorigen Angabe völlig übereinstimmend.

Versuch 26.

Um eine schnell zunehmende Reihe der Wassermengen zu erhalten, und zugleich ein leicht zu übersehendes Verhältniſs, wählte ich 2 zum Exponenten desselben, und füllte das Röhrchen mit 30 Mites Wasser. Diese betragen

$$\begin{aligned} \log. v &= 0{,}1887830 - 4 \\ \log. 30 &= 1{,}4771213 \\ \hline \log. J &= 0{,}6659043 - 3 \end{aligned}$$

$0{,}0046334 \ldots = \frac{1}{215{,}82}$ Cub. Zoll oder

$0,000029893 \ldots = \frac{1}{33452}$ vom Inhalte des Ballons.

Die Vorrichtung des Ballons war ganz wie früherhin, allein ich exantlirte nicht sogleich vollständig, sondern nur bis zu einer Differenz von 2 Linien am Heberbarometer, schrob dann den Ballon ab, füllte ihn mit ausgetrockneter Luft so weit an, bis Campane und Ballon mit einander im Gleichgewichte der Elasticitäten waren, und exantlirte dann abermals, bis das Barometer nur noch 0,5 Linien Differenz zeigte. Ich glaubte dieses deswegen thun zu müssen, um mich zu überzeugen, daſs eine unmeſsbar geringe Quantität Dunst, welche durch das nicht völlig erreichte Vacuum etwa im Ballon geblieben seyn konnte, auf die Resultate keinen merklichen Einfluſs gehabt habe.

Nachdem das Röhrchen gesprengt, das Wasser aber in einer Temperatur von 12° noch nicht völlig verdunstet war, brachte ich den Ballon in das Cabinet, wo er nach Verlauf von 15 Stunden bis — 0°,5 erkältet wurde, und ohngefähr die Hälfte des Niederschlags gefroren, der übrige Theil aber noch tropfbar flüssig war. Das Barometer zeigte bey 0°,5 nach genauer Messung 2,85 Lin. bey — 0,5 nur 2,75 Lin. Differenz. Nach diesen sorgfältig angestellten Beobachtungen hing ich den Ballon bey einer äuſsern Temperatur von — 6° im Freyen auf, wo er während einer Stunde auf — 5° erkältet, und alles Wasser in einzelne Eiscrystalle verwandelt wurde. Von diesem Punkte an beobachtete ich folgende Barometerstände.

t	—5	0	10	20	30	40	50
b	2,00	2,75	5,50	11,75	18,50	22,50	24,50
b'	—	2,75	5,75	12,00	19,00	23,25	24,50

Nicht sowohl die Unterschiede beyder Reihen waren mir hierbey auffallend, als vielmehr die schnelle Zunahme und absolute Gröfse der Barometerstände, weswegen ich anfangs vermuthete, dafs Luft in den Ballon gedrungen seyn mögte, welches ich der stärkeren Erhitzung wegen ohnehin leicht fürchten konnte. Indefs fand ich nach der Erkältung des Apparats auf 0° den vorigen Barometerstand genau wieder, und war also gegen Fehler, welche hieraus entsprungen seyn konnten, völlig gesichert. Begierig zu wissen, worin die Ungleichheit dieser Erscheinung mit den vorher so oft wahrgenommenen liegen mögte, indem ich nicht glaubte, dafs die gröfsere Wassermenge so auffallende Verschiedenheiten herbeyführen könne, entschlofs ich mich die nämliche Untersuchung noch einmal zu wiederholen, und erhielt hierbey fast ganz die vorigen Gröfsen.

t	0	10	20	30	40	50
b'	2,75	5,75	12,00	19,50	22,50	24,50
b'	2,75	5,75	12,10	20,10	22,75	24,50

Da ich diese beyden Reihen Beobachtungen einmal angestellt hatte, wollte ich die Mühe nicht umsonst verwandt haben, und nahm daher aus jeder Reihe das arithmetische Mittel

t	—5	0	10	20	30	40	50
m. a. 1	2,00	2,75	5,62	11,88	18,75	22,88	24,50
m. a. 2	—	2,75	5,75	12,05	19,80	22,62	24,50

welche sehr genau übereinstimmen. Wenn nun das arithmetische Mittel beyder Reihen nach der verhin angegebenen Methode berechnet wird, um die Elasticitäten für Luft und Dunst abgesondert zu finden, so erhalten wir folgende Werthe.

t.		b.		El. d. Luft.		El. d. Dunstes. a	b
— 5	—	2,00	—	0,48794	—	1,51206	1,77
0	—	2,75	—	0,50000	—	2,25000	2,52
10	—	5,68	—	0,52411	—	5,15589	5,45
20	—	11,93	—	0,54823	—	11,38177	11,73
30	—	19,28	—	0,57234	—	18,70766	19,05
40	—	22,72	—	0,59646	—	22,12354	22,49
50	—	24,50	—	0,62057	—	23,87943	24,27

Nachdem der Ballon wieder abgekühlt, und der Barometerstand für 0° Temperatur revidirt war, erwärmte ich ihn auf die mittlere Temperatur des Zimmers, und liefs aus der Campane etwas ausgetrocknete Luft hineinströmen, liefs ihn dann wieder auf 0° erkalten, untersuchte den Barometerstand, und fand diesen 17,75 Linien. Die Beobachtung der Barometerstände für die verschiedenen Temperaturen, auf die gewöhnliche Weise angestellt, gab mir folgende Resultate.

t	0	10	20	30	40	50
b	17,75	21,00	28,00	37,30	40,75	43,00
b'	17,75	21,25	28,50	37,75	40,75	43,00

Nehmen wir aus beyden Reihen das arithmetische Mittel, und berechnen dieses auf die gewöhnliche Weise; so erhalten wir folgende Werthe.

t.	b.	El. d. Luft.	El. d. Dunstes.
0	17,75	15,500	2,250
10	21,13	16,247	4,883
20	28,25	16,995	11,255
30	37,52	17,742	19,778
40	40,75	18,490	22,260
50	43,00	19,237	23,763

Da sich hierbey eine gleiche Zunahme der Elasticität zeigte, als ich vorher gefunden hatte; so durfte ich hieraus mit Grunde schliefsen, dafs die gröfsere Wassermenge, und der dadurch höher hinaufgerückte Punkt der vollen Verdunstung hiervon die Ursache seyn müsse. Diesen lezteren fand ich auch vorher und nach dem Hinzulassen der Luft bleibend bey 22°, und wohl eher etwas unter als über dieser Temperatur.

Versuch 27.

Durch die Bemerkung des so hoch hinaufliegenden Punktes der vollen Verdunstung wurde ich bewogen, nicht sogleich mit dem gewählten Verhältnifs der Wassermengen fortzufahren, weil ich fürchtete, schon bey dem nächsten Versuche diesen Punkt nicht mehr mit gehöriger Schärfe bestimmen zu können. Ich beschlofs daher einen Versuch zwischen beyde einzuschieben, und verfertigte ein Röhrchen mit 45 Mites Wasser, welche

$$\log. v = 0{,}1887830 - 4$$
$$\log. 45 = 1{,}6532125$$
$$\log. J = 0{,}8419955 - 3$$

$0{,}0069502 = \frac{1}{143{,}88}$ Cub. Zoll oder $0{,}00004484 = \frac{1}{22301}$ vom Inhalte des Ballons betragen.

Im exantlirten Ballon zeigte das Barometer 1 Lin. Differenz des Quecksilberstandes, und als ich bey einer Temperatur von 19° das Röhrchen zerschellt hatte, und vom Wasser eine hinlängliche Menge in Dunst verwandelt seyn mufste, erkältete ich den Apparat bis auf den Gefrierpunkt, und erhielt dann für die verschiedenen Temperaturen folgende Barometerstände.

t	0	10	20	30	40	50
b	2,90	5,50	11,75	20,00	26,50	30,75
b′	2,90	6,00	12,25	21,50	27,50	30,75

Diese beobachteten Gröfsen schon hier in Rechnung zu nehmen würde zweckwidrig seyn, da ich den Versuch nochmals vollständig wiederholen mufste. Bis zum 11ten März hatten mich nämlich diese Versuche beschäftigt, und da ich mit jedem Tage eine Aenderung des Wetters erwartete, aber jedesmal gern den Apparat auf 0° erkälten wollte, weil ich von hieraus die Elasticitäten zu messen pflegte; so beeilte ich mich sehr, diesen Versuch zu beendigen, vielleicht auch aus etwas zu viel Selbstvertrauen in die durch lange Uebung erhaltene Fertigkeit. Dieses war Veranlassung, dafs ich den Punkt der vollen Verdunstung schon bey 24°,5 anzutreffen glaubte, wahrscheinlich, weil sich einiger Niederschlag an der Fassung und im Halse des Ballons angesetzt haben mogte, den ich im Zwielicht der

Dämmerung leicht übersehen konnte. Sogleich nach dieser Beobachtung nahm ich den Apparat auseinander, um ihn noch am Abend zu reinigen und zu trocknen, damit ich am folgenden Morgen ohne Aufenthalt einen neuen Versuch anfangen könnte. Das Resultat, welches ich demnächst durch diesen erhielt, brachte mich zu der vollen Ueberzeugung, daſs ein Fehler begangen seyn müsse, und vermogte mich zu einer vollständigen Wiederholung.

Versuch 28.

Dieser lezte Versuch, womit ich endlich die lange, mit Mühe vollendete Reihe der erzählten Arbeiten zu beschlieſsen wünschte, wurde am 12ten März angefangen. Das beträchtlich weite Röhrchen enthielt 60 Mites Wasser, und diese betrugen

$$\log. v = 0{,}1887830 - 4$$
$$\log. 60 = 1{,}7781513$$
$$\log. J = 0{,}9669343 - 3$$

$$0{,}0092669 = \frac{1}{107{,}91} \text{ Cub. Z. oder } 0{,}0000597\,87$$

$$\ldots = \frac{1}{16726} \text{ vom Inhalte des Ballons.}$$

Nach dem Exantliren zeigte das Barometer im Ballon kaum 1 Linie Differenz und als das Röhrchen bey 18° gesprengt war, veränderte es seinen Stand sogleich auf 10,5 Lin. Um den Ballon schnell zu erkälten, hing ich ihn bey einer Temperatur von — 4° im Freyen auf, wo er während einer Stunde bis etwas

unter 0° herabging, und das sämtliche Wasser, ausgenommen einige wenige, noch im Röhrchen zurückgebliebene Tropfen, in Eis verwandelt war. Für die verschiedenen Temperaturen fand ich dann folgende Barometerstände.

t	—2	0	10	20	30	40	50
b	—	2,80	5,60	11,10	22,00	28,50	31,50
b′	2,30	2,80	6,00	12,00	23,75	29,50	31,50

Den Barometerstand unter 0° mit zu berechnen halte ich für überflüssig, aber die übrigen, nach der gewählten Art für die Elasticitäten der Luft und des Dunstes gesondert, geben folgende Resultate, wenn von beyden Reihen das arithmetische Mittel angenommen wird.

t.	b.	El. d. Luft.	El. d. Dunstes. a	b
0	2,80	1,00000	1,80000	2,52
10	5,80	1,04823	4,75177	5,52
20	11,55	1,09646	10,45354	11,27
30	22,88	1,14469	21,73531	22,60
40	29,00	1,19292	27,80708	28,72
50	31,50	1,24115	30,25885	31,22

Die Bestimmung des Punktes der vollen Verdunstung hatte für diese grofsen Wassermengen bedeutende Schwierigkeiten, welche gerade die entgegengesetzten irrigen Resultate herbeyführten, als bey der Bestimmung für geringe Quantäten, denn so wie ich dort beständig fürchten mufste, die Temperatur zu niedrig zu finden, eben so lief ich hier Gefahr, dieselbe zu hoch hinaufzurücken. Diese Vermuthung wurde bey mir zur Gewifsheit, als ich den Punkt der vollen Verdunstung zuerst

bey 38° annahm, bey wiederholter Untersuchung aber mich überzeugte, dafs er nicht höher, als 35° liegen könne, wobey ich stehen blieb, bis ich späterhin bey nochmaliger für diesen Zweck absichtlich angestellter Wiederholung fand, dafs er mindestens noch einen Grad tiefer herabzusetzen sey.

Wiederholung von Versuch 27.

Aus dem zulezt gefundenen Resultate war es klar, dafs der Punkt der vollen Verdunstung im 27sten Versuche unrichtig angegeben seyn mufste, und weil mir an der gröfsten Genauigkeit dieser Bestimmungen sehr viel gelegen war; so entschlofs ich mich, denselben unter ganz gleichen Bedingungen zu wiederholen. Ich verfertigte daher ein ganz gleiches, genau mit der nämlichen Quantität Wasser gefülltes Röhrchen, welches zu bewerkstelligen ich durch die lange Uebung völlig erlernt hatte, und exantlirte den Ballon, bis das Barometer den vorigen Stand der Verdünnung zeigte. Nachdem ich den Ballon erkältet hatte, und dann nach dem gewöhnlichen Verfahren den Stand des Barometers für die verschiedenen Temperaturen untersuchte, erhielt ich folgende Gröfsen.

t	0	10	20	30	40	50
b	2,90	5,75	11,50	20,00	26,50	30,25
b′	—	6,00	12,00	21,00	27,80	30,25

Die arithmetischen Mittel aus beyden Reihen sind folgende

t	0	10	20	30	40	50
m. a. 1	2,90	5,75	12,00	20,75	27,00	30,75
m. a. 2	2,90	5,88	11,75	20,50	27,15	30,25

welche sehr genau mit einander übereinstimmen. Von beyden das arithmetische Mittel auf die angegebene Weise berechnet giebt folgende Gröſsen.

t.	b.	El. d. Luft.	El. d. Dunstes. a	b
0	2,90	1,00000	1,90000	2,52
10	5,81	1,04823	4,76177	5,43
20	11,88	1,09646	10,78354	11,50
30	20,62	1,14469	19,47531	20,24
40	27,08	1,19292	25,88708	26,70
50	30,50	1,24115	29,25885	30,12

Den Punkt der vollen Verdunstung aufzufinden war jezt bey der genauen Untersuchung nicht leicht, und ist überall schwer, wenn dieses in einer Temperatur geschehen muſs, welche von der mittleren sehr abweicht, so daſs man den Apparat nicht in ganz gleichmäſsiger Wärme erhalten kann. Davon überzeugte ich mich aber bald, daſs die früher erhaltene Bestimmung ganz unzulässig sey, und die Temperatur, wobey die untersuchte Quantität Wasser in vollkommenen Dunst verwandelt werden konnte, viel höher liegen müsse. Vermittelst einer vorsichtigen Erwärmung und allmäligen Abkühlung erhielt ich zulezt den gesuchten Punkt mit groſser Genauigkeit bey 30°, mit der Ueberzeugung, daſs er gewiſs nicht höher, wohl aber etwas weniges niedriger liegen könne.

Es war am 14ten März, als ich mich freuete, diese lange Reihe mühsamer Versuche, die mich fast einen ganzen Winter ausschlieſsend und anhaltend beschäftigt hatten, beschlieſsen

zu können, wozu mich ohnehin die endlich einfallende gelindere Witterung zwang. Aufrichtig zu gestehen hatte die hieraus unvermeidlich entstandene Ermüdung einigen Einflufs auf die lezteren Versuche gehabt, denn vorzüglich die auffallend unrichtige Bestimmung im 27sten Versuche wäre mir nicht begegnet, wenn ich mich nicht etwas übereilt hätte, weil ich diese Arbeit gar zu gern denselben Abend noch beendigen wollte. Inzwischen hatte ich von den vorhergehenden Versuchen den Apparat mit der über Cali ausgetrockneten Luft noch stehen, und beschlofs daher zulezt noch einmal bey der grofsen im Ballon enthaltenen Wassermenge den Einflufs derselben zu versuchen und dabey nicht sowohl den entstehenden Nebel, als vielmehr das Verhalten des Thermometers zu beobachten. Die Luft, welche ich in den Ballon einströmen lassen wollte, hatte zwar eine beträchtlich lange Zeit über Cali gesperrt gestanden, allein die nämliche Quantität Laugensalz war unverändert geblieben, ohngeachtet ich die Luft schon zu allen den Versuchen gebraucht hatte, die ich zulezt erzählt habe, weswegen ich auf seine kräftige Wirksamkeit in Rücksicht der zu absorbirenden Feuchtigkeit nicht mehr mit vollkommener Sicherheit rechnen konnte, worauf es mir aber diesesmal so sehr nicht ankam.

Als ich das erstemal die Luft aus der Campane in den Ballon strömen liefs, war der Ballon auf 10°, die Campane auf 9° erwärmt. Es zeigte sich ein enstehender, aber im Momente seiner Bildung und an der Stelle wo

welche sehr genau mit einander übereinstimmen. Von beyden das arithmetische Mittel auf die angegebene Weise berechnet giebt folgende Gröſsen.

t.	b.	El. d. Luft.	El. d. Dunstes. a	El. d. Dunstes. b
0	2,90	1,00000	1,90000	2,52
10	5,81	1,04823	4,76177	5,43
20	11,88	1,09646	10,78354	11,50
30	20,62	1,14469	19,47531	20,24
40	27,08	1,19292	25,88708	26,70
50	30,50	1,24115	29,25885	30,12

Den Punkt der vollen Verdunstung aufzufinden war jezt bey der genauen Untersuchung nicht leicht, und ist überall schwer, wenn dieses in einer Temperatur geschehen muſs, welche von der mittleren sehr abweicht, so daſs man den Apparat nicht in ganz gleichmäſsiger Wärme erhalten kann. Davon überzeugte ich mich aber bald, daſs die früher erhaltene Bestimmung ganz unzulässig sey, und die Temperatur, wobey die untersuchte Quantität Wasser in vollkommenen Dunst verwandelt werden konnte, viel höher liegen müsse. Vermittelst einer vorsichtigen Erwärmung und allmäligen Abkühlung erhielt ich zulezt den gesuchten Punkt mit groſser Genauigkeit bey 30°, mit der Ueberzeugung, daſs er gewiſs nicht höher, wohl aber etwas weniges niedriger liegen könne.

Es war am 14ten März, als ich mich freuete, diese lange Reihe mühsamer Versuche, die mich fast einen ganzen Winter ausschlieſsend und anhaltend beschäftigt hatten, beschlieſsen

zu können, wozu mich ohnehin die endlich einfallende gelindere Witterung zwang. Aufrichtig zu gestehen hatte die hieraus unvermeidlich entstandene Ermüdung einigen Einfluſs auf die lezteren Versuche gehabt, denn vorzüglich die auffallend unrichtige Bestimmung im 27sten Versuche wäre mir nicht begegnet, wenn ich mich nicht etwas übereilt hätte, weil ich diese Arbeit gar zu gern denselben Abend noch beendigen wollte. Inzwischen hatte ich von den vorhergehenden Versuchen den Apparat mit der über Cali ausgetrockneten Luft noch stehen, und beschloſs daher zulezt noch einmal bey der groſsen im Ballon enthaltenen Wassermenge den Einfluſs derselben zu versuchen und dabey nicht sowohl den entstehenden Nebel, als vielmehr das Verhalten des Thermometers zu beobachten. Die Luft, welche ich in den Ballon einströmen lassen wollte, hatte zwar eine beträchtlich lange Zeit über Cali gesperrt gestanden, allein die nämliche Quantität Laugensalz war unverändert geblieben, ohngeachtet ich die Luft schon zu allen den Versuchen gebraucht hatte, die ich zulezt erzählt habe, weswegen ich auf seine kräftige Wirksamkeit in Rücksicht der zu absorbirenden Feuchtigkeit nicht mehr mit vollkommener Sicherheit rechnen konnte, worauf es mir aber diesesmal so sehr nicht ankam.

Als ich das erstemal die Luft aus der Campane in den Ballon strömen lieſs, war der Ballon auf 10°, die Campane auf 9° erwärmt. Es zeigte sich ein enstehender, aber im Momente seiner Bildung und an der Stelle wo

er sich anlegte gleichsam durch das Blasen der Luft selbst wieder verschwindender Nebel. Hierbey darf aber nicht übersehen werden, daſs ein Theil der inneren Fläche schon vorher mit einem Ueberzuge von dicken, weiſslich schimmernden Tropfen belegt war, die also eine vorgegangene Veränderung, nämlich eine Vermehrung oder auch Verminderung des entstandenen Niederschlags gerade an diesen Stellen nicht wahrnehmen lieſsen. Das Thermometer im Ballon stieg während dem Einströmen durch einen Canal, welcher ohngefähr 0,5 Lin. Durchmesser hatte um 2°,25, ungeachtet die in der Campane gesperrte Luft um 1° kälter war, als die im Ballon.

Weil ich keine Ursache hatte, diese lezten Untersuchungen eilig zu beendigen; so lieſs ich den Apparat bis zum 19ten März ruhig stehen, erwärmte dann beyde Theile auf 11°,5 und lieſs abermals eine Portion Luft einströmen. Von einem entstehenden Nebel entdeckte ich keine Spur, wiewohl ich aufmerksam beobachtete, aber das Thermometer stieg um 1°. Am 22sten lieſs ich bey 11°,75 die dritte Portion einströmen, wobey abermals gar kein Nebel sichtbar wurde, und das Thermometer stieg nur um 0°,25. Durch vorsichtige und langsame Erwärmung verschwand der Niederschlag bey 32°, und als die Temperatur wieder bis 31° herabgegangen war, ich aber den Punkt der vollen Verdunstung nicht tiefer herabbringen konnte; öffnete ich den Hahn, und hörte eine kleine Quantität Luft entweichen, und wiederholte Versuche ergaben, daſs der Punkt der vollen Verdunstung dieser Mischung auf

keine Weise tiefer, als 30°,5 herabzubringen war, so gewifs ich auch bin, dafs er vorher bey der Expansion des Dunstes im leeren Raume sicher nicht höher, als bey 30° lag, eher aber noch eine geringe Kleinigkeit unter dieser Temperatur gesetzt werden kann.

Wiederholung von Versuch 28.

Als ich im Sommer die Resultate bearbeitete, welche ich durch die erzählte Reihe von Versuchen aufzufinden bemühet war, zeigte sich, dafs die Angabe des Punktes der vollen Verdunstung für die Wassermenge im 28sten Versuche nicht so genau passen wollte, als die übrigen. Es war mir aber bey dieser Bestimmung, für die Versuche, die Reihe der Temperaturen für die wachsenden Wassermengen aufzufinden, an der bündigsten Genauigkeit eben dieser Angabe vorzüglich viel gelegen. Ich entschlofs mich daher, den Ballon aus seiner lange genossenen Ruhe wieder hervorzuholen, und die Beobachtung zu controliren. Ein Röhrchen, genau mit der nämlichen Wassermenge gefüllt, war bald vollendet, das Vacuum konnte ich leicht auf den damaligen Stand bringen, und so stellte ich die Untersuchung nochmals mit erhöheter Aufmerksamkeit an, ohne mich durch die Beobachtung der Elasticität des Dunstes zu zerstreuen, indem gar kein Elasticitätsmesser im Ballon war. Hierbey fand ich es abermals sehr bestätigt, wie leicht bey grofsen Wassermengen der Punkt der vollen Verdunstung zu hoch hinaufgerückt wird, indefs kann ich mit Bestimmtheit ver-

sichern, daſs ich denselben diesesmal durch die vorsichtigste Behandlung des Apparats sehr genau bey 34° bis 33°,75 fand, jedoch so, daſs die leztere Angabe mir etwas zu geringe scheint, weswegen ich die erstere in Rechnung zu nehmen kein Bedenken getragen habe.

Zweyter Theil.

1. *Gang des Thermometers.*

§. 1. Wenn wir über die relative Vermehrung oder Verminderung der Wärme ein Urtheil fällen wollen; so bedienen wir uns des Thermometers, und setzen die Gröſse dieser Vermehrung oder Verminderung der arithmetischen Progression der gewählten Abtheilungen, wonach die Ausdehnung der thermoscopischen Substanz gemessen wird, proportional. Mehrere Physiker (*) haben die Richtigkeit dieses Verfahrens in Zweifel gezogen, und wenn der Grund, worauf dasselbe beruhet, überall nicht zulässig ist; so kann auch die arithmetische Reihe der Thermometergrade nicht als Norm dienen, um danach die Gesetze der Ausdehnung und Dichtigkeit elastischer Flüssigkeiten zu prüfen, oder irgend eine Formel hierfür

(*) H. de Lüc in seinen Untersuchungen über die Atmosphäre Th. 1. d. d. Ueb. hat aus einer Menge von Versuchen gefolgert, daſs die Ausdehnung des Quecksilbers unter allen Substanzen den Veränderungen der Wärme am nächsten kommt p. 355. ff. aber sie nicht genau erreicht. Seiner Autorität folgen die meisten Physiker, gestützt auf mehr oder weniger eigene Versuche und theoretische Gründe. Seine Ansichten stimmen im Ganzen mit den meinigen überein, noch genauer aber hat sie P. Heinrich ausgesprochen, S. Schweigers J. 1811. St. 2.

aufzusuchen. Nun ist zwar die behauptete Abweichung im Gange des Thermometers nicht so bedeutend, daſs nicht die Grenze der Beobachtungsfehler namentlich bey den von mir angestellten Versuchen eine gleiche Ungewiſsheit hervorbringen könnte, allein wenn die Ausdehnung des Quecksilbers durch Wärme wirklich regellos wäre, und die Summe beyder Unrichtigkeiten durch ihren gemeinschaftlichen Einfluſs so viel gröſser würde; so könnten allerdings die Resultate bis zu einem hohen Grade falsch werden. Es lohnt sich daher sowohl in dieser speciellen Hinsicht, als auch wegen des Zusammenhanges, worin die vielen von mir angestellten Untersuchungen über die Ausdehnung durch Wärme stehen, allerdings der Mühe, diese Frage vorläufig zu erörtern.

§. 2. So verschieden auch die Erfahrungen und Urtheile über diesen Gegenstand sind, und so allgemein der Beyfall ist, welchen man dem Quecksilberthermometer wegen seines regelmäſsigen Ganges ertheilt; so läſst sich doch keinen Augenblick zweifeln, daſs dasselbe in denjenigen Temperaturen, welche den Punkten seines Uebergangs zur festen oder dunstförmigen Gestalt nahe liegen, seinen regelmäſsigen Gang verliert, wogegen die Ausdehnung so viel gleichförmiger werden muſs, je weiter die beobachteten Grade von beyden Punkten entfernt sind. Vor allen andern hat Dalton in den neuesten Zeiten diese Frage erörtert, und bezieht sich hierbey auf die von ihm selbst wiederholten Versuche des H. de Lüc, nach denen gleiche Gewichte Wasser von

der Temperatur des Gefrierpunktes und des Siedepunktes vermischt, die mittlere Temperatur unter 122° F = $\left(\frac{32+212}{2}\right)^{\circ}$ und nur = 119° geben. Allein dieser Grund ist gewifs nicht genügend, weil ein jeder Physiker weifs, dafs ein solcher Versuch, sobald man völlige Genauigkeit erwartet, ganz unmöglich ist, eine Behauptung, welche ich dreist und selbst ohne weiteren Beweis aufzustellen wage, so grofs auch die Achtung ist, welche der Veteran unter den Physikern sich durch seine Experimente erworben hat.

§. 3. Sobald dieser Grund wegfällt, und wir uns nach denjenigen Resultaten umsehen, welche die Erfahrung uns darbietet, ohne uns auf Rechnungen und Formeln einzulassen, wozu uns bis jezt noch immer die erforderlichen Thatsachen fehlen (*); so leidet es wohl keinen Zweifel, dafs das Quecksilberthermometer als ein sehr genaues Mafs der relativen Incremente der Wärme anzusehen sey mit Ausnahme der in §. 2. zugestandenen Unrichtigkeiten. Um hierüber zu entscheiden, bedarf es, dünkt mich, keiner weitläuftigen Argumentationen. Wir haben kein anderes Mittel, die Zunahmen der Wärme zu messen, als die Ausdehnung der Körper, die wir hierzu wählen, (Wedgewood's Pyrometer bey Seite gesetzt) und schliefsen von den beobachteten Ausdehnungen auf die Ver-

(*) Ein Versuch der Art von Dalton findet sich bey Gilb. XIV. 289. System d. chem. Th. d. Naturwissenschaft. d. Ue. 1. pag. 11. Doch scheint mir der scharfsinnige Dalton etwas zu kühn in seinen Hypothesen über die allgemeinen Naturgesetze.

änderungen der Wärme, ohne daſs die Zulässigkeit des hierauf gestützten Verfahrens vorläufig erwiesen ist. Gesetzt daher, daſs der von de Lüc angestellte, von Renaldini (*) aber schon viel früher vorgeschlagene Versuch mit vollkommener Sicherheit angestellt werden könnte; so würde er doch nur dazu hinreichen, den Satz von einer gleichmäſsigen Ausdehnung der thermoscopischen Substanzen zu widerlegen, wenn sich auffallende Verschiedenheiten zeigten, keineswegs aber das Gegentheil zu beweisen, weil es nicht unmöglich ist, daſs beyde Flüssigkeiten, sowohl das ungleich erwärmte Wasser, als das Quecksilber im Thermometer für verschiedene Thermometer-Grade noch unbekannte Unregelmäſsigkeiten zulassen, indem das Richmannsche Gesetz selbst bloſs auf die Voraussetzung eines gleichmäſsigen Ganges der Ausdehnung thermoscopischer Substanzen gebauet ist.

§. 4. Hiernach aber ist es im Allgemeinen ein zuverlässig richtiger Satz, daſs die Ausdehnungen der thermoscopischen Substanzen für diejenigen Temperaturen, welche von denjenigen linlänglich entfernt liegen, bey denen sie ihren Aggregatzustand ändern, den Incrementen der Wärme proportional sind, weil hierauf die Möglichkeit vollkommener Compensationspendel beruhet, und wie genau diese eine jede Unrichtigkeit messen, darf den Sachverständigen nicht erst gesagt werden. Es darf uns bey dieser Behauptung nicht irre machen, daſs viele, vorzüglich frühere Versuche von nicht

(*) S. phil. nat. Patav. 1694. III. 276. Lambert Pyr. 52.

ungeübten Physikern ohne nähere Bestimmung im Allgemeinen auf einen unregelmäſsigen Gang der Ausdehnung verschiedenartiger Körper nicht ohne Grund unzweydeutig hinweisen. Schwerlich wird es auch mit der wahren Theorie der Wärme, wie dieselbe immer in Zukunft mag aufgefunden werden, verträglich seyn, den Satz einer gleichmäſsigen Ausdehnung der Körper als allgemein zulässig in seinem ganzen Umfange und in gröſster Strenge anzunehmen, schon deswegen nicht, weil diejenigen Temperaturen, bey denen die Körper ihren Aggregatzustand ändern, von uns überhaupt nicht absolut, sondern nur relativ bezeichnet werden können. Zugleich aber könnten wir leicht getäuscht werden, wenn wir glauben wollten, daſs die Veränderung des Aggregatzustandes der Körper schnell oder gar momentan erfolge, da vielmehr bey denen, die sich uns in dreyfacher Gestallt zeigen, allezeit ein mittlerer Stand zwischen den beyden Temperaturen anzunehmen scheint, welche eine solche gänzliche Veränderung hervorbringen, von welchem aus sie in einer noch nicht ausgemittelten Progression der Wärme diesen entgegengesetzten Veränderungen ihres Aggregatzustandes zugeführt werden.

§. 5. Daſs hiernach die verschiedenen thermoscopischen Substanzen hinsichtlich ihrer Brauchbarkeit sehr ungleich sind, bedarf eben so wenig eines Beweises, als daſs die ausgetrocknete Luft unter allen die gröſsten Vorzüge habe, weswegen auch die berühmten Physiker Amontons (*)

(*) Mem. de l'acad. de Paris 1702. I.

Bernoulli (*) Lambert (**) Segner (***) und andere (****) sie hierzu anzuwenden versucht haben, und sicher würden diese Werkzeuge gemeiner seyn, wenn nicht ihre Gröſse und vorzüglich die Elasticität der thermoscopischen Substanz, welche hierdurch den Hindernissen nachgiebt, sie unbequem und unsicher machten. Wenn nun gleich das Quecksilber diese Eigenschaft, in den höchsten und niedrigsten Temperaturen seinen Aggregatzustand beyzubehalten mit der Luft nicht theilt, so weit wenigstens unsere Erfahrungen über das Verhalten der lezteren reichen; so leidet es doch keinen Zweifel, und folgt unmittelbar aus den Versuchen über die Ausdehnung der Luft, welche bloſs nach dem Gange des Quecksilberthermometers gemessen ist, daſs es unter die vorzüglichsten gehört, und in gewissen Grenzen sehr wohl als richtiges Maſs der relativen Incremente der Wärme angesehen werden kann, sobald es nicht für zu hohe und zu niedrige Temperaturen gebraucht wird (†). Angenommen also, die von mir §. 4. aufgestellte Behauptung sey richtig, wie aus der Analogie aller Naturerscheinungen folgt und mit jeder

(*) Dan. Bernoulli Hydrodynamica. Argent. 1738. p. 202. Sect. X. §. 6. sqq.

(**) Abhandlungen der churbayerschen Acad. d. Wiss. III. 2. p. 89.

(***) Programma de aequandis thermometris aëris. Gott. 1793.

(****) Karsten Lehrb. III. 406. Gehler. Art. Therm.

(†) de la Place mec. cel. IV. 170. Gay-Lyssac a de plus observé, que le thermomètre à air, marquant 50°, le thermomètre à mercure marquait pareillemant 50° Ainsi la marche des deux thermomètres parait être le même dans l'intervalle de 0° à 100°.

Theorie der Wärme übereinstimmt; so würde für Quecksilberthermometer der mittlere Stand, von wo aus die relativen Wärmeincremente gemessen werden müssen, zwischen dem Gefrierpunkte und Siedepunkte des Quecksilbers in der Mitte liegen. Setzen wir ersteren nach Heinrich (*) zu 285°, das Gefrieren desselben bey — 32°; so würde der mittlere Grad bey $\frac{285+32}{2} = 158°,5$ der Reaumürschen Scale zu setzen seyn, und die auf beyde Seiten desselben fallenden gleichen Grade eine in einer noch unbestimmten Progression wachsende Ungleichheit der Ausdehnung zulassen. Hiernach erscheint die Folgerung, welche Gilbert (**) aus dem classischen Versuche des H. P. Schmidt (***) zieht, dafs das Quecksilber der Luft in seiner Ausdehnung zuvoreile, indem er dieselben für 80° = 0.3577 und für 160° nur 0,700 fand, blofs aus einem etwas veränderten Gesichtspunkte, indem wir vielmehr sagen müfsten, das Quecksilber sey in seiner Zusammenziehung von 80° bis 0° der Luft zuvorgeeilt. Diese Ansicht scheint um so mehr zulässig, da der Grund, woraus sie gefolgert ist, nicht blofs mit dem eben erwähnten, sondern auch mit andern Versuchen z. B. der HH. de Lüc, Crawfrad u. a. sehr gut übereinstimmt, und aufserdem noch die bekannte ganz regellose Zusammenziehung des Quecksilbers nahe beym Gefrierpunkte, und Ausdehnung desselben nahe

(*) S. Schweiggers Journal, 1811. St. 2.
(**) Annalen XIV. 274.
(***) Gren N. J. IV. 335.

beym Siedepunkte diese beyden Bestimmungen so lange ungewifs gemacht haben; abgesehen davon, dafs Wasser und Weingeist etwas ganz Aehnliches zeigen. Es läfst sich demnach keinen Augenblick bezweifeln, dafs das Quecksilberthermometer ein hinlänglich genaues Mafs für die von mir angestellten Beobachtungen abgiebt, wenn gleich für die berechneten höheren und niedrigern Grade eine noch unbestimmte Correction aufgefunden werden müfste. Uebrigens würde es interessant seyn, die Gesetze der Ausdehnung und Zusammenziehung der verschiedenen Körper nach diesem hypothetischen Getetze durch das gemeinschaftliche Mafs der Ausdehnung trockener Luft zu vergleichen (*).

2. *Ausdehnung der Luft durch Wärme.*

§. 6. Ueber die Ausdehnung der Luft durch Wärme zwischen den beyden festen Punkten des Thermometers sind auf verschiedenen Wegen eine Menge Untersuchungen angestellt. Die im Ganzen nur wenig abweichenden Resultate derselben, wenn wir die von Priestley, Prieur dü Düvernois (**), Sulzer (***) und

(*) Anm. Eine weitere Erörterung dieses Gegenstandes erlaubt mir die Grenze dieser Abhandlung nicht. Ich verweise unter andern auf die Anmerk. des H. Gilbert Ann. XIV. 266. ff. glaubte aber diese kurze Darstellung wegen der nachfolgenden Berechnungen vorausschicken zu müssen.

(**) Annal. de Chim. I. p. 256.

(***) Mem. de l'Acad. de Berlin 1750. p. 124. Nach seinen anscheinend mit grofser Genauigkeit angestell-

Achard (*) erhaltenen ausnehmen, findet man bey Gehler (**) zusammengestellt, allein sie critisch zu prüfen, dazu fehlen mir die erforderlichen Quellen, und es liegt solches überhaupt aufser den Grenzen dieser Abhandlung, würde auch so viel weniger Werth haben, da durch die neuesten Bemühungen der HH. Dalton, Gay-Lüssac und Schmidt dieser Gegenstand als völlig ausgemacht von den meisten Physikern angesehen wird. Unter die genauesten Versuche gehören ohnstreitig auch diejenigen, welche H. Oberkaplan Luz angestellt hat (***), und die schätzbaren Bemerkungen des H. Gilbert (****) gewähren eine deutliche und zugleich critische Uebersicht dessen, was bisher hierin Neues geschehen ist. Meine eigenen Untersuchungen können daher blofs als Corollarien zu den genannten Arbeiten angesehen werden, und erhalten ihr Interesse hauptsächlich durch die Verbindung mit der ganzen Reihe der angestellten Experimente. Wenn ihnen aber ein höherer Grad der Wichtigkeit beygelegt wird; so mufs es auffallen, dafs die gefundene Gröfse kleiner ist, als diejenigen, welche gegenwärtig am meisten in

ten Versuchen fand er die Ausdehnung der Luft zwischen 0° und 80° = 0,468.

(*) Mem. de l'Acad. de Berlin 1786. p. 19 ff.

(**) Wört. III. 20. V. 557. Vergl. Gay-Lüssac bey Gilb. XII. 261 — 272. und XIV 266 — 286. Hildebrandt dyn. Physik. II. 523. vorzüglich die von H. Trembley verfafste Critik der Prony'schen Formel in den Mem. de Berlin. 1798. p. 38.

(***) Vollständige Beschreibung aller Barometer. Nürnb. 1784. p. 416.

(****) Gilb. Ann. XIV. 266.

Ansehen sind, denn mit Einschlufs der Correctionen für die Ausdehnung des Glases fand Dalton 0,3976, Gay-Lüssac 0,375 (*), Schmidt im Mittel 0,38624 für die Ausdehnung der Luft zwischen den beyden festen Punkten des Thermometers, das Volumen derselben bey 0° als Einheit angenommen (**). Durch die von mir angestellten genauesten Versuche ist die Ausdehnung = 0,3727 ohne die Correction für die Ausdehnung des Glases gefunden. Soll diese Angabe zulässig seyn; so mufs angenommen werden, dafs die Ausdehnung der Luft von 40° bis 80° derjenigen ganz gleich sey, welche von 0° bis 40° beobachtet ist, wogegen schwerlich viel eingewandt werden kann, und um die Ausdehnung des Glases mit in Rechnung nehmen zu können, mufs eine gleiche Bedingung für Glas postulirt werden. Setzen wir dann die lineare Ausdehnung desselben nach de Lüc (***) = 0,00083, wählen zur Berechnung die von Soldner angegebene bequeme Formel (****), wonach die lineare Ausdehnung

(*) H. Soldner wünscht Gewifsheit, ob Gay-Lüssac die von ihm gefundene Gröfse für die Ausdehnung des Glases corrigirt habe, Gilb. XXIV. 414 uud H. Gilbert fügt diese Correction hinzu. Ann. XII. 396 Allein de la Place entscheidet hierüber ganz bestimmt, Mec. cel. IV. 270. Il a trouvé par un milieu entre vingt cinq expériences, en ayant égard á la dilatation du verre et aux corrections des variations du baromètre pendant la durée de chaque expérience, qu'un volume d'air exprimé par l'unité á Zèro de température, devient 1,375 á la chaleur de l'eau bouillante cet. Ob und wie dieses mit Gay-Lüssac's eigener Darstellung seiner Versuche verträglich sey, lasse ich dahin gestellt seyn.

(**) S. Schmidt Handb. d. Naturl. I. 274.

(***) phil. trans. LXVIII. 1. n. 20.

(****) Gilb. Ann. XXV. 414.

$= (1 + x)$, die cubische $= (1 + x)^3$ wegen der Kleinheit von x mit Weglassung der beyden lezten Glieder $= 1 + 3x$ gesetzt wird; so würde die in meinen Versuchen gefundene mittlere Gröfse für die Ausdehnung der Luft zwischen den beyden festen Punkten $= 1{,}3727\ (1 + 0{,}00249)$ oder wegen der ausgeschlossenen Glieder $= 1{,}3727\ (1{,}0025)$ d. i. $= 1{,}37556$ seyn, also die Ausdehnung für sich $= 0{,}37556$.

§. 7. Um die abweichenden Angaben verschiedener Physiker gehörig zu beurtheilen, mufs vorzüglich der Einflufs gewürdigt werden, welchen die der atmosphärischen Luft beygemischte völlig expandirte Feuchtigkeit auf die Gesetze ihrer Ausdehnung haben kann. Diese Frage ist von jeher sehr verschieden beantwortet, und die Aeufserungen darüber sind nicht immer mit hinlänglicher Deutlichkeit ausgesprochen. Einen Einflufs hat man den Dünsten in der Atmosphäre allezeit zugestanden, ohne mit Bestimmtheit zu entscheiden, ob derselbe sich blofs auf Gewicht und Elasticität, oder zugleich auf die Ausdehnung erstrecke. Lambert (*) nimt bey den Versuchen über das Verhalten des Barometers und Luftthermometers vorzüglich in verschiedenen Höhen auf die durch Dünste vermehrte Elasticität der Luft Rücksicht. Saussure (**) hat durch sinnreiche Versuche die Vermehrung der Dich-

(*) a. a. O.

(**) Versuche über Hygrometrie, d. Ue. p. 132. Anm. Seltsam, dafs er das Resultat gefunden haben will, dafs sich die mit Wasserdunst vermischte Luft weniger ausdehnen soll, als trockne — wenn ich anders recht verstanden habe.

tigkeit und Elasticität angegeben, welche die Luft durch einen Zusatz von Wasserdunst erleidet, allein seine Untersuchungen, durch die Unvollkommenheit der Hygrometrie ohnehin schon sehr bedingt, können für nichts weiter gelten, als wofür er sie selbst ausgiebt, nämlich für eine erste Grundlage zu andern, die noch angestellt werden müssen. Sehr bestimmt hat Achard nach seinen Versuchen (*) über diesen Gegenstand entschieden, indem er sagt: Après m'être assuré, que par des degrés de température egaux l'air a un plus grand degré d'elasticeté ou d'expansibileté, lorsqu'il est combiné avec un plus grand nombre de parties aqueuses cet. H. P. Schmidt (**) fand bey seinen gehaltreichen Versuchen die Ausdehnung der feuchten Luft gröfser als der trocknen, und eben dieses Resultat erhielt H. Luz (***) durch seine gewifs sehr genauen Experimente. In allen vielen und unverkennbar sehr gelungenen Bemühungen der neueren Physiker, z. B. der HH. Ramond (****), Oltmanns (*****), de la Place (†), Biot (††), Kramp (†††), von Lindenau (††††), Sold-

(*) Mem. de Berlin. 1786 — 87. p. 7 u. 8.

(**) Gren J. IV. 342.

(***) Vollständige Beschreibung aller Barometer p. 416 ff.

(****) Aufser den früheren Memoirs S. Memoires sur la formule barométrique cet. Clermont chez Ferrand 1811. 4to.

(*****) Tables Hypsométriques cet. Par. 1809. fol.

(†) Mecan. cel. IV. p. 289 — 293.

(††) Tables barometriques cet. Par. 1811. Auch hinter dem dritten Bande seiner Astronomie physique.

(†††) Analyse des refractions astron. et ter. Strasb. 1799. Vergl. Leithold Hülfstafeln. Schweidnitz. 1801.

(††††) Tables barometriques cet. Goth. 1809.

ner (*), Schmidt (**), Benzenberg (***), d'Aubuisson (****) und anderer um die Berichtigungen der Formel für barometrische Höhenmessungen ist dieser Gegenstand vorzüglich zur Sprache gekommen, und einstimmig für den Einflufs der Dünste entschieden, ohne genauer zu bestimmen, ob in Hinsicht auf specifisches Gewicht allein, oder auch auf Ausdehnung durch Wärme. Inzwischen liegt darin, dafs der Coëfficient der Ausdehnung von $\frac{1}{213}$ oder $\frac{1}{215}$ auf $\frac{1}{200}$ wegen der Feuchtigkeit der Atmosphäre vermehrt wird, die Anerkennung, dafs durch die Temperaturerhöhung die feuchte Luft stärker ausgedehnt, und hierdurch also zunehmend specifisch leichter wird, als trockne, wenn anders nicht blofs von einer den Wärmegraden proportionalen Vermehrung der Quantität des Dunstes die Rede ist. Dagegen aber haben die HH. Dalton und Gay-Lüssac in Gemäfsheit ihrer Versuche den Satz aufgestellt, der auf ihre Autorität zum Axiom geworden, dafs auch die völlig expandirten Dünste jeder tropfbaren Flüssigkeit den nämlichen Gesetzen der Expansion folgen, als atmosphärische Luft (†), und wenn daher von einer vergröfserten Expansion durch Feuchtigkeit die Rede ist, wie bey den von H. Luz angestellten

(*) Gilb. Ann. XXXII. 204.

(**) Hauf physiocrat. Briefwechsel. Erl. 1810. Th. I. H. I. p. 1 ff.

(***) Beschreibung eines Reisebarometers cet. Düsseldorf 1811. und in verschiedenen Aufsätzen in den Annalen d. Physik.

(****) Journal de phys. LXX. 437.

(†) Gilb. XIV. 281 u. a. a. O. häufig.

Versuchen (*); so wird dieses als Folge einer vorhandenen Quantität tropfbarer Flüssigkeit angesehen. Wenn gleich dieses in vielen Versuchen und namentlich den erwähnten der Fall gewesen seyn mag, so folgt doch hieraus noch keineswegs die Richtigkeit der von Dalton und Gay Lüssac aufgestellten Behauptung, welche ich aus einer Menge unzweydeutiger Thatsachen geradezu für falsch erklären muſs, so groſs auch die Autorität ist, welche sich dieselbe unter den Physikern erworben hat, und die sie in Deutschland nicht erhalten hätte, wenn sie nicht von Ausländern aus Versuchen gefolgert wäre, die keineswegs hinlänglich modificirt und oft genug wiederholt sind, um ein Naturgesetz mit Sicherheit zu begründen. Wenn daher gleich die Fehlergrenze bey den von mir angestellten Versuchen viel zu groſs ist, als daſs ich behaupten könnte, den Coëfficienten der Ausdehnung für atmosphärische Luft mit absoluter Gewiſsheit gefunden zu haben, nicht zu gedenken, daſs ich weit entfernt bin, den angefochtenen Satz durch diese Versuche widerlegen zu wollen; so ist es doch allerdings sehr wohl möglich, daſs die Resultate vollkommen genau sind, und dann wären wir allerdings berechtigt, die geringe Abweichung von den Resultaten anderer Physiker dem Einflusse einer vorhandenen Menge Dunstes in der von jenen untersuchten Luft beyzumessen. Zu dieser Vermuthung fühle ich mich um so mehr berechtigt, da H. P. Schmidt (**) die Ausdeh-

(*) Gilb. XIV. 271.

(**) Gren N. J. IV. 335.

nung der durch caustisches Cali ausgetrockneten Luft = 0,3577, folglich noch geringer fand, als ich; H. H. Meyer aber nach seinen Versuchen (*) = $\frac{80}{213}$ = 0,37558 . . und Gay-Lüssac die Ausdehnung der trocknen Luft = 0,375 (**), also mit meiner Angabe sehr übereinstimmend, der Resultate anderer Versuche nicht zu gedenken. Es kommt daher bey der Erörterung dieser Frage blofs noch darauf an, die Versuche der HH. Dalton, und Schmidt in Hinsicht auf die Anwesenheit der Feuchtigkeit in der untersuchten Luft critisch zu prüfen.

§. 8. Was zuerst die Art betrifft, auf welche H. P. Schmidt zulezt die Ausdehnung der Luft durch Wärme prüfte (***); so bediente sich derselbe theils des Luftthermometers, indem er den offenen Schenkel eines Heberbarometers, nachdem die über dem Quecksilber befindliche Luft durch die Wärme des Stubenofens hinlänglich ausgetrocknet war (****), verschlofs, und die Ausdehnung derselben be-

(*) Ueber das Ausmessen der Wärme cet. Fr. und Leipz. 1786.

(**) de la Place a. a. O. en mettant la plus grande attention a bien dessécher l'air et les tubes dont il a fait usage.

(***) Haufs Briefwechsel a. a. O.

(****) Dieses gänzlich ungenügende Verfahren wird sehr häufig angewandt, und ist auch von mir noch im Anfange der angestellten Versuche befolgt, bis ich mich von der Unzulässigkeit desselben überzeugt hatte. Die Sache ist leicht, aber auch bey solchen Dingen wird selbst der genaue Forscher durch die gewohnten Ansichten getäuscht, die er von seiner Jugend an gehegt hat. Jede Luft ist bey gleichem Sättigungsgrade so viel feuchter, je wärmer sie ist, und bey der grofsen Affinität der Wärme zur Feuchtigkeit enthält die war-

rechnete, theils des Manometers, und benutzte dieses Werkzeug auf eine so sinnreiche Art und mit so vieler Genauigkeit für seinen Zweck, als von keinem Physiker vor ihm geschehen ist. Hierdurch fand er den eben angegebenen mittleren Werth für die Ausdehnung der Luft, aber leugnen läfst sich nicht, dafs die untersuchte Luft keineswegs absolut trocken war, sondern jederzeit eine Quantität wässerigen Dunst enthalten mufste, wie vorzüglich zur Evidenz hervorgeht, wenn wir den von mir beobachteten Thatsachen nur einiges Gewicht beylegen wollen.

§. 9. Dalton (*) scheint zwar, indem er die atmosphärische Luft, (deren Dilatation er durch den Raum mafs, um welchen sie sich in einer Barometerröhre ausdehnte), vorher durch Schwefelsäure austrocknete, den Einflufs der wässerigen Dünste gänzlich vermieden zu haben; allein wer viele ähnliche Versuche angestellt hat, wird dieses Urtheil sicher nicht unbedingt unterschreiben. Einmal ist es die Frage, ob Schwefelsäure die atmosphärische Luft so vollkommen austrocknet, als caustisches Cali, abgesehen davon, ob der genialische Dalton überhaupt fähig ist solche Versuche mit derjenigen ängstlichen und ich mögte sagen micrologischen Genauigkeit anzustellen, welche sie erfordern, wozu ein nicht geringer Zwang gehört, den man sich selbst anzuthun nie unterlassen darf. Gesetzt aber, dafs dieses Bey-

me Luft in der Regel die gröfste Quantität Dunst, es sey denn, dafs derselbe durch längere Einwirkung der hohen Temperatur einem naheu kalten Gegenstande zugeführt wird.

(*) Gilbert XII. 310 — 318.

des zugestanden wird; so ist es keinem Zweifel unterworfen, daſs jede Portion noch so stark ausgekochten Quecksilbers, so bald sie vorzüglich bey dem Einflusse der ununterbrochenen Ausdünstung des Operateurs in eine Röhre gebracht wird, Feuchtigkeit anzieht, die sie dann der Luft mittheilen kann. Sicher giebt es daher unter keiner andern Bedingung, als durch ein vollständiges Auskochen in einer Röhre ein von aller Feuchtigkeit freyes Quecksilber, und das gewöhnliche der Atmosphäre bloſsgestellte enthält derselben eine solche Menge, daſs es der Luft leicht eine hinreichende Quantität abgeben kann (*). Aber abgesehen hiervon ist es augenfällig, daſs man vermittelst einer Barometerröhre, die vielleicht nirgend absolut cylindrisch gefunden wird, wenn man 12 bis 18 und mehrere Zolle Länge verlangt, und worin die Bewegung des Quecksilbers und das Messen der Ausdehnung einer bestimmten Menge Luft so manchen Nebenbedingungen unterworfen sind, nichts weiter als genäherte Werthe erhalten kann.

§. 10. Die von mir angestellten Versuche 23 und 24 unterscheiden sich im Allgemeinen von denen des H. Gay-Lüssac und der übrigen Physiker, insofern, als sie die Ausdehnung der Luft nicht nach der Vergröſserung des Raumes messen, welchen dieselbe einnahm, sondern nach der erhöheten Elasticität, mithin das mariottesche Gesetz als erwiesen voraussetzen, oder falls man das Gesetz der Aus-

(*) Vergl. Parrot's Einwendungen gegen Daltons Versuche. Gilb. XVII. 84.

dehnung atmosphärischer Luft durch Wärme als normal ansieht, eben dieses Gesetz wieder zu beweisen dienen können. Vorausgesetzt also, daſs sie keinen Beobachtungsfehlern unterliegen, welche die erhaltenen Resultate unrichtig machen können, so folgt aus ihnen, daſs der Coëfficient der Ausdehnung für trockne atmosphärische Luft etwas kleiner ist, als Dalton und Schmidt ihn gefunden haben, daſs aber die Angaben der lezteren brauchbarer sind, wenn von gewöhnlicher atmosphärischer Lufr die Rede ist, der es nie an einem Antheile Wasserdunst fehlt, und daſs auf allen Fall die Angaben so wenig von einander abweichen, daſs kein bedeutender Unterschied daraus hervorgeht, welche von denselben man bey Berechnungen zum Grunde legt.

3. *Dichtigkeit des Wasserdunstes.*

§. 11. Nach den Forderungen eines bündigen Zusammenhanges, ist es unverkennbar, daſs die Bestimmung der Gesetze, nach welchen der Dunst tropfbarer Flüssigkeiten durch den Einfluſs der Wärme ausgedehnt wird, an die vorhergehende Untersuchung billig unmittelbar angeknüpft werden müſste; allein ein oberflächlicher Ueberblick der Versuche und der darin für die Elasticitäten enthaltenen Gröſsen zeigt hinlänglich, daſs diese durch die Quantität des vorhandenen Wassers sowohl in tropfbarer als expansibeler Gastalt bedingt werden, und es müssen daher zuvor die Punkte der Sättigung der Verbindungen von Wärme und

Wasser aufgefunden seyn (*), ehe es möglich ist, die Expansionen derselben zu messen. Dieses Feld im weiten Gebiete der physicalischen Wissenschaften ist aller oft wiederholter Bemühungen ungeachtet noch wenig bearbeitet, und ich darf mir schmeicheln, hinsichtlich dieses speciellen Theils nicht bloſs eine spärliche Nachlese, wie bey den übrigen, sondern einen Theil der reichen Erndte für die gelehrte Welt gewonnen zu haben.

§. 12. Inzwischen ist es keineswegs so leicht, als es auf den ersten Anblick scheinen mag, aus den Versuchen, selbst dann, wenn wir annehmen, daſs sie völlig genau sind, die richtigen Zahlenwerthe für die gesuchten Gröſsen aufzufinden, sondern wir dürfen zugleich nicht vergessen, noch folgende Beobachtungen anzustellen, welche zeigen, daſs die erhaltenen Werthe auf allen Fall nichts anders als genäherte seyn können.

(*) Aus triftigen Gründen enthalte ich mich überall bey dieser Betrachtung der Annahme irgend eines Systems, sowohl des modificirten atomistischen als des kantisch-dynamischen, um so mehr, da vielleicht in einem folgenden Bande ein Versuch der Prüfung beyder enthalten seyn wird. Unleugbar muſs es eine Dynamik der Naturlehre geben, allein ob die kantische die richtige und erschöpfend sey, das ist eine andere Frage. Wie aber immer das Resultat der Untersuchungen hierüber in Zukunft ausfallen mag; so ist es für meinen Zweck und im Allgemeinen am besten, ohne über das Wesen der Wärme zu entscheiden, da wir doch einmal die Vermehrung und Verminderung derselben wenigstens im Sprachgebrauche annehmen, den durch ihren Einfluſs entstandenen Dunst als eine Verbindung von Wasser und Wärme zu betrachten, worin sowohl ein Quantitatives der Bestandtheile, als ein Sättigungspunkt der Analogie nach angenommen werden kann.

1mo Wenn gleich bey den meisten Versuchen das Vacuum sehr genau war, so war es doch nie absolut, sondern immer ein Rückstand von Luft im Ballon, welcher in geringster Menge $\frac{1}{672}$stel vom Inhalte des Ballons oder $\frac{155}{672}$stel also ohngefähr $\frac{1}{4}$ Cub. Zoll ausmachte, im Mittel aber $\frac{1}{336}$stel vom Inhalte des Ballons oder $\frac{1}{2}$ Cub. Zoll Luft betrug. Angenommen, dafs dieses Residuum trockne Luft war; so läfst sich der Einflufs derselben als eine verschwindende Gröfse ansehen, allein es ist viel wahrscheinlicher, dafs es vielmehr für eine Verbindung von Luft und Wasserdunst anzusehen ist, wofür die vielen Versuche mit der Birnprobe und eine von mir schon früher (*) erzählte Beobachtung entscheiden.

2do Eine andre Sache ist es, wenn die Versuche mit Wasserdunst in einem kleinen Raume angestellt werden, welcher noch obendrein von stark wärmeleitenden Körpern, als Glas und Metall sind, begrenzt ist, oder wenn die Erscheinung in freyer Atmosphäre statt findet, welche durch zahllose Ursachen in einer beständigen Bewegung erhalten wird. Im ersteren Falle wird jedes Atom Dunst bey dem geringsten Temperaturunterschiede sogleich in tropfbar flüssiger Gestalt an den begrenzenden Flächen niedergeschlagen werden, im lezteren aber bilden sich, wie die Erfahrung fast täglich beweiset, grofse Mengen desselben zu Nebeln und Wolken, welche eine lange Zeit schwebend bleiben, und einem beständigen Wechsel der Vermehrung und Verminderung

(*) S. System der atomistischen Physik. LXI. p. 214.

ausgesetzt sind. Von eigentlichen Nebeln und Wolken kann zwar bey einer anzustellenden Vergleichung die Rede nicht seyn, wenn das Maximum des tropfbar flüssigen Wassers berechnet werden soll, welches, unter welcherley Form es seyn mag, in der Atmosphäre schwebend angetroffen wird, aber allerdings von solchen anfangenden und sehr feinen Niederschlägen, aus denen der Thau gebildet wird, und welche die Luft nur etwas weniges undurchsichtiger machen, als sie im gewöhnlichen Zustande ihrer Klarheit ist.

§. 13. Wenn nun aus diesen beyden Gründen unverkennbar hervorgeht, daſs die durch die Versuche gefundenen Quantitäten tropfbar flüssigen Wassers, welches bey einer gewissen Temperatur in völlig durchsichtigen Dunst verwandelt wird, eher zu klein als zu groſs seyn müſsten, insbesondere wenn man von ihnen eine Erklärung der Hygrometeore entlehnen will; so zeigt eine Zusammenstellung der verschiedenen Resultate, daſs die groſsen Schwierigkeiten der Beobachtung eine nicht geringe Fehlergrenze zulassen, und daſs wir daher auch in Hinsicht auf die Art der Berechnung die erhaltenen Gröſsen durch Nebeneinanderstellung prüfen, und demnächst die falschen auszuscheiden suchen müssen. In dieser Hinsicht ist es nicht zu bezweifeln, daſs nicht einige Versuche zu groſse andere zu kleine Mengen Wasser angeben sollten, so groſs auch die Vorsicht war, welche ich gerade auf diese Bestimmungen vorzüglich gewandt habe, weil es immer möglich ist, daſs dessen ungeachtet die feinsten Niederschläge an den inneren Wän-

den des Apparats, namentlich an den metallenen Theilen desselben zuweilen nicht bemerkt werden konnten, oder daſs eine jähe Abkühlung der äuſsern Glaswände, wie sie bey hohen Temperaturen so schwer zu vermeiden ist, Veranlassung wurde, daſs der Niederschlag dem Gange des Thermometers vorauseilte. Dagegen aber gewähren die zahlreichen Versuche gewiſs ein desto sichereres Mittel, um die etwa begangenen Fehler, welche bey Wasserdunst innerhalb 1° bis höchstens 1,75 liegen, auszugleichen, und um die Uebersicht zu erleichtern stelle ich vorläufig die sämtlichen Resultate in einer Stufenfolge von der geringsten Quantität des verdunsteten Wassers aufwärts zusammen, mit einer Verzeichnung der verschiedenen beobachteten Temperaturen, und des zugehörigen Barometerstandes, wo ich denselben im Diario zugleich zu bemerken nicht unterlassen hatte.

Vers.	Therm.	Bar.	Wassermenge.
19	—	—	4,25
20	0°,00	—	6,50
22	3°,00	—	8,50
21	6°,00	—	11,25
2	6°,75	6‴,25	12,00
8	7°,50	—	13,00
3	2°,50	3‴,75	14,00
25	10°,00	—	15,00
5	12°,00	8‴,50	16,00
10	{16°,00 {15°,00	8‴,75	17,75
9	15°,00	—	18,00
6	{15°,00 {16°,00	—	19,50

Vers.	Therm.	Bar.	Wassermenge.
7	16°,50 18°,00	—	21,50
14	19°,00 18°,00	11,00	24,00
4	19°,50	11,00	25,00
26	22°,00	—	30,00
27	31°,00 30°,00	—	45,00
28	35°,00 34°,00	—	60,00

§. 14. Die Natur der Sache ergiebt, daſs unter diesen Resultaten die den mittleren Temperaturen zugehörigen die genauesten sind, weil die Ursachen der Fehler bey diesen am meisten verschwinden; allein auſserdem giebt die ausführliche Erzählung aller Erscheinungen nebst der Art und Menge der Beobachtungen ein leichtes Mittel an die Hand, die erhaltenen Gröſsen durch Vergleichung zu corrigiren. Sehr leicht lassen sich hiernach die einzelnen Angaben berichtigen.

1$^{mo.}$ Vers. 19 und 20 müssen vorerst ganz wegbleiben, weil die Beobachtungen überhaupt zu schwankend und unsicher sind, und daher jeden Versuch, ein allgemeines Gesetz aufzufinden, nur erschweren oder gänzlich hindern können. Aus ähnlichen Gründen muſs auch der 7te Versuch einstweilen weggelassen werden, weil kein Barometer im Ballon war, mithin über den Grad der Verdünnung kein Urtheil gefället werden kann, noch mehr aber kommt dieses bey Vers. 6 in Anwendung, wobey die Bestimmung ohnehin nur auf Schätzung beruhet. Im 8ten Versuche war die Angabe

zu schwankend, und die Voraussetzung, dafs der Punkt der vollen Verdunstung niedriger liegen müsse, als ich ihn nachher finden konnte, prävenirte die Beobachtung, weswegen auch diese vorerst weggelassen werden mufs. Die im 3ten Versuche gefundene Temperatur weicht so auffallend von allen andern ab, und zeigt so sichtbare Merkmale der Falschheit, dafs sie auf keine Weise in Rechnung genommen werden kann.

2do. Der zweyte und 21ste Versuch müssen mit Vorsicht benutzt werden, ersterer weil ich auf den Niederschlag am Träger des Thermometers noch nicht mit so grofser Genauigkeit achtete, als mich spätere Täuschungen zu thun bewogen, lezterer, weil ich mich bey demselben etwas beeilte und gern die geringen Wassermengen erforschen wollte, für welche der Punkt der vollen Verdunstung tiefer liegen mufste. Im Ganzen sind beyde aber doch mit vieler Genauigkeit angestellt, und vorzüglich habe ich, nach den Angaben im Diario zu schliefsen, auf den zweyten viele Zeit und Mühe verwandt, kann aber beym 21sten schon etwas mehr auf die erhaltene Uebung rechnen.

3o. Im 14ten Versuche müssen 18° als diejenige Temperatur angenommen werden, bey welcher die Verdunstung vollständig war. Dieses folgt mit Gewifsheit aus der vielfachen Wiederholung und der Genauigkeit, wodurch diese Bestimmung über allen Zweifel erhoben wurde, abgesehen davon, dafs dieselbe im luftvollen Raume leichter erhalten werden kann. Hierauf weiset aufserdem der Barometerstand hin, welcher nach einer Vergleichung mit Vers. 4

offenbar einer etwas zu hohen Temperatur zugehört. Aber eben aus dieser Vergleichung mit dem genauen Resultate des 4ten Versuches wird es wahrscheinlich, dafs selbst 18° noch zu grofs seyn kann, weil vorzüglich nicht leichter Beobachtungsfehler gemacht werden, als wenn man glaubt etwas finden zu müssen.

4°. Die Versuche 9 und 10 lassen einige, wenn gleich geringe Zweifel zu, weil das Vacuum in beyden nicht vollkommen genug war. Da aber die Resultate so genau zusammenstimmen, wenn im 10ten aus gleichen Gründen, als welche für den 14ten geltend gemacht sind, 15° für richtig gehalten werden, so können wir sie allerdings mit in Rechnung nehmen, doch so, dafs die Temperaturen eher für zu hoch als für zu niedrig angesehen werden müssen.

5°. Im 27sten Versuche können wir unbedenklich 30° als das Resultat der genauesten Beobachtung annehmen, weil man aus den angeführten Gründen bey hohen Temperaturen den Punkt der vollen Verdunstung leicht zu hoch findet, und dabey bleibt es immer zweifelhaft, ob das längere Zeit gebrauchte Cali der Luft alle Feuchtigkeit zu entziehen vermogt habe.

6°. Der 25ste Versuch gehört zwar allerdings mit unter die genauesten, allein die Idee, dafs ich die Punkte der vollen Verdunstung für ganz gleiche oder wenig verschiedene Quantitäten Wasser schon genügend beobachtet zu haben glaubte, hielt mich ab, diejenige ängstliche Sorgfalt und öftere Wiederholung auf denselben zu verwenden, welche ich jezt wün-

schen mögte, darauf verwandt zu haben, da die nachfolgende Zusammenstellung gerade die Bestimmung dieses Versuchs so wichtig macht. Uebrigens folgt aus dieser Bemerkung keinesweges, daſs dieselbe oberflächlich und durch Uebereilung unsicher sey, vielmehr gehört sie unter die genaueren, und erreicht die angenommene Fehlergrenze gewiſs nicht.

7°. Im 28sten Versuche müssen durchaus beyde Bestimmungen so lange beybehalten und in Rechnung genommen werden, bis durch Vergleichung für die eine oder die andere entschieden werden kann, da ich es für unmöglich halte, bey solchen Wassermengen und den zu ihrer Verdunstung erforderlichen Temperaturen über den Unterschied eines einzigen Grades zu entscheiden, so viele Mühe ich mir auch gegeben habe, durch die höchste Aufmerksamkeit und längst anhaltende Beobachtung hierin zur völligen Gewiſsheit zu kommen. Eine Entscheidung scheint mir erst dann möglich, wenn irgend ein Gesetz aufgefunden ist, wonach die Zahlenwerthe geprüft werden können.

Nach diesen Bemerkungen erhalten wir folgende verbesserte tabellarische Uebersicht.

Vers.	Therm.	Barom.	Wassermenge.
22	3°,00	—	8,50
21	6°,00	—	11,25
2	6°,75	6,25	12,00
25	10°,00	—	15,00
5	12°,00	8,50	16,00
10	15°,00	8,75	17,75
9	15°,00	—	18,00

Vers.	Therm.	Barom.	Wassermenge.
14	18°,00	11,00	24,00
4	19°,50	11,00	25,00
26	22°,00	—	30,00
27	30°,00	—	45,00
28	{ 35,00 34,00	—	60,00

§. 15. Die hier zusammengestellten Resultate haben einen hohen Grad von Genauigkeit, allein es ist nicht leicht ein allgemeines Gesetz des Verhältnisses der Dichtigkeiten zu den Temperaturen aufzufinden. Vorzüglich ist die lezte Reihe der Versuche bestimmt in der Absicht angestellt, um dieses Gesetz mit gröfserer Leichtigkeit zu erforschen. Die erhaltenen Resultate für sich zusammengestellt, geben folgende Uebersicht:

Versuche	25	26	27	28
Wassermenge	15	30	45	60
Temperaturen	10°	22°	30°	35°

Man wird beym Ueberblicke dieser Reihen geneigt das Gesetz der Dichtigkeiten des Wasserdunstes für verschiedene Temperaturen durch eine logarithmische Curve auszudrücken, um so mehr, da Lambert (*) durch seine zahlreichen Versuche über die Verdunstung das allgemeine Gesetz derselben eben dadurch ausgedrückt hat. Hierzu würde die geringe Menge der Versuche aber nur unter der Bedingung hinreichend seyn, wenn man jede einzelne Beobachtung für absolut genau halten könnte, und hierauf bezieht sich die sechste Bemer-

(*) S. Mem. de l'acad. de Berl.

kung des vorigen Paragraphen. Allein geringe Fehler bey übrigens grofser Genauigkeit lassen sich durch die Rechnung leicht verbessern, und es belohnt sich daher allerdings der Mühe, einen Versuch der Construction eines solchen Gesetzes zu machen. Wenn nämlich die Temperaturen als die Logarithmen der Wassermengen betrachtet werden; so bilden leztere eine sehr gute Progression, welche aus den drey Gliedern 15 : 30 und 60 allein genommen besteht, und wenn dann in der Reihe den Temperaturen 10° = 0 für den relativen Nullpunkt genommen wird, und im 28sten Versuche die Temperatur 34 als richtig anzusehen ist, so geben die Temperaturen 10° ; 22° und 34°, woraus ; 0° — 12° — 24° wird, die arithmetische Reihe als die Logarithmen der verzeichneten geometrischen Reihe. Ein oberflächlicher Versuch dieser Construction zeigte mir aber alsobald, dafs hiernach die logarithmische Linie bey diesen Ordinaten sich stark krümmt, und um dieses so viel zu vermeiden, als es nach den Versuchen zulässig ist, nahm ich im 28sten Vers. die Beobachtung der 35° als richtig an, erlaubte mir aufserdem die geringe Aenderung im 26sten Vers. 22°,5 statt 22° zu nehmen, wodurch die arithmetische Reihe 10° ; 22°,5 ; 35° und hieraus durch Subtraction die Logarithmen 0 ; 12°,5; 25° erhalten werden. Vorausgesetzt, dafs diese Annahmen zulässig und die Beobachtungen hierzu genügend sind, erhalten wir folgende in Zahlen ausgedrückten Coordinaten der logarithmischen Curve.

$$\left\{\begin{array}{l} 0{,}9 : 1{,}8 : 3{,}8 : 7{,}5 : 15 : 30 : 60 : 120 : 240 \;\; 480 : 960 : 1920 \ldots \\ \frac{1}{16} : \frac{1}{8} : \frac{1}{4} : \frac{1}{2} : 1 : 2 : 4 : 8 : 16 \;\; 32 : 64 : 128 \ldots \end{array}\right.$$

$$\left\{\begin{array}{l} -50 - 37{,}5 - 25 - 12{,}5 - 0 - 12{,}5 - 25 - 37{,}5 - 50 - 62{,}5 - 75 - 87{,}5 \ldots \\ -40 - 27{,}5 - 15 - 2{,}5 - 10 - 22{,}5 - 35 - 47{,}5 - 60 - 72{,}5 - 85 - 97{,}5 \ldots \end{array}\right.$$

§. 16. Auf den ersten Blick scheint diese Construction mit der Erfahrung genau übereinstimmen zu wollen, und es ist daher nothwendig, sie in ihrem ganzen Umfange genauer zu prüfen. Ist sie vollkommen richtig; so liegt der absolute Nullpunkt der Temperatur unendlich weit unter dem Gefrierpunkte und die ihm zugehörige Quantität des Wasserdunstes ist eine verschwindende Gröſse. Beydes scheint mit den bisher anerkannten Naturgesetzen sehr wohl verträglich zu seyn, nach der dynamischen Ansicht derselben aber weit mehr als nach der atomistischen, wenigstens auf keine Weise durch einen innern Widerspruch zu widerlegen. Aber daſs die Wassermengen für die höheren Temperaturen so stark wachsen, daſs sie die Dichtigkeit des Wassers selbst endlich übertreffen müſsten, scheint ein Widerspruch, es sey denn, daſs man den ungeheuern Druck berücksichtigt, welchen die gebildeten Dünste unter diesen Bedingungen gegen das Wasser ausüben müſsten, wodurch eine Compression desselben unter den Punkt seiner gröſsten Dichtigkeit abzuleiten wäre. Beyde Folgerungen berücksichtigen

aber bloſs die äuſsersten Grenzen, worauf die Rechnung nach dieser Formel führen müſste, und es würde viel zu voreilig seyn, hiernach sogleich von derselben zu abstrahiren, da es manche Gesetze in der Physik giebt, welche in ihren Extremen zwar unzulässig, für den Kreis der Beobachtungen und Versuche aber allerdings genügend sind, wie unter andern das mariottesche Gesetz hinlänglich beweiset. Ich erlaube mir daher durch eine detaillirte Rechnung das angegebene Gesetz von allen Seiten zu prüfen.

§. 17. Vor allen andern wird es zweckdienlich seyn, in dieser Hinsicht die Dichtigkeit des Wasserdunstes, welche die Formel für den Siedepunkt geben würde, zu berechnen, weil wir hierfür die meisten Angaben besitzen, die zu einer Vergleichung und Controle dienen können. Um dieses mit gröſster Genauigkeit zu thun, müssen wir von 80° als der Temperatur des Siedepunktes die allgemein zuaddirte Zahl 10 subtrahiren, welches 70 giebt, und diese Zahl durch 12,5 dividirt, ist der log. art. der zu suchenden Zahl in diesem künstlichen logarithmischen Systeme = 5,6. Ich habe mir die Mühe gegeben, für diesen log. art. die ihm zugehörige Zahl nach der Integralformel für die Logarithmen durch unendliche Reihen, wonach

$$y = 1 + \frac{x}{a} + \frac{x^2}{2a^2} + \frac{x^3}{6a^3} + \frac{x^4}{24a^4} + \frac{x^5}{120a^5} + \ldots.$$

zu berechnen, in der Hoffnung, eine schnell convergirende Reihe zu erhalten, und nur wenige Glieder berechnen zu müssen, fand aber

das Gegentheil, indem die Reihe erst divergirt, und dann convergirt, halte es aber nicht für überflüssig, die Rechnung selbst herzusetzen. Die Subtangente des Systems $= a = \frac{y'}{y}$ wird leicht gefunden, wenn wir 1, als den log. art. von 2 durch 0,69314718, den log. N. von 2 dividiren, und für den gefundenen Quotienten den log. vulg. gesucht, giebt log. vulg. a = = 0,1591740, womit folgende Rechnung leicht gemacht ist.

$$y = 1 = 1$$
$$+ \frac{x}{a} = 3{,}88163\ldots$$
$$+ \frac{x^2}{2a^2} = 7{,}53352\ldots$$
$$+ \frac{x^3}{6a^3} = 9{,}74744\ldots$$
$$+ \frac{x^4}{24a^4} = 9{,}45899\ldots$$
$$+ \frac{x^5}{120a^5} = 7{,}34495\ldots$$
$$+ \frac{x^6}{720a^6} = 4{,}75063\ldots$$
$$+ \frac{x^7}{5040a^7} = 2{,}63431\ldots$$
$$+ \frac{x^8}{40320a^8} = 1{,}27818\ldots$$
$$+ \frac{x^9}{362880a^9} = 0{,}55120\ldots$$
$$+ \frac{x^{10}}{3628800a^{10}} = 0{,}21398\ldots$$

Die Summe dieser Glieder = 48,39483 für die fehlenden Glieder um 0,21 vermehrt giebt die gesuchte Zahl = 48,6, und diese mit 15 multiplicirt giebt 729 Gewichtstheile Wassers für den Siedepunkt, wonach

log. v	=	0,1887830 — 4
com. ar. 155	=	0,8096682 — 3
log. 729	=	2,8627275
log. J	=	0,8611787 — 4

die Dichtigkeit des Wasserdunstes beym Siedepunkte = 0,00072640 . . . = $\frac{1}{1093}$ gröſser

ist, als alle bisherigen, nachher weiter zu prüfenden Angaben. Allein da diese unter sich so wenig übereinstimmen; so können sie unmöglich das aufgefundene Gesetz umstoſsen, sobald es sich übrigens bewährt zeigt.

§. 18. Um die Genauigkeit zu prüfen, welche durch einen leichteren und kürzeren Calcül zu erreichen steht, erlaube ich mir die eben angestellte Berechnung durch eine andere zu controliren. Wenn der log. art. 5,6 mit dem Modulus des natürlichen Logar. Systems multiplicirt wird; so giebt dieses log. Nat. 3,8816290, dessen Zahl zwischen 48 und 49 liegt. Da wir nun augenfällig auf diese Weise sehr genäherte Werthe ohne groſsen Aufwand von Zeit und Mühe erhalten können; so ist es eben so leicht als zugleich nothwendig, die Formel noch weiter zu prüfen, um so mehr, da ein flüchtiger Ueberblick zeigt, daſs für niedrige Temperaturen die Rechnung mit den Versuchen sehr genau zusammentrifft. Dagegen wird eine Berechnung für die höheren Grade sehr bald ihre Unzulässigkeit in ein klares Licht stellen. Ich setze zu diesem Ende die Temperatur des Rothglühens bey Tage zu 1077° F = 464,5 R. und suche hierfür den genäherten Werth der Dichtigkeit; so ist

$$\frac{464{,}5 - 10}{12{,}5} = 36{,}36$$ der log. art. der Dichtigkeit, welcher durch den, für dieses logarithmische System gefundenen Modulus multiplicirt den log. Nat. 25,20 und den log. vulg. 10,9454660 giebt. Hierzu den log. vulg. 15 addirt giebt log. vulg. 12,1215573, und hiernach ist die Dichtigkeit des Wasserdunstes auf dem Punkte

des Rothglühens bey Tage wohl hundertmal gröſser als die des Wassers selbst. Hieraus folgt, wie ich nicht zweifle, mit völliger Gewiſsheit, daſs dieses Gesetz nicht wohl als allgemein zulässig angesehen werden kann, wenn gleich übrigens die Versuche für die mittleren und niedrigen Grade genau genug mit der Rechnung übereinstimmen. Daſs aber die Krümmung der Curve noch stärker werden, und sie sich der Asymptote noch schneller näheren würde, wenn die beobachteten Temperaturen 10° : 22° : 34° zum Grunde gelegt wären, darf nicht erst gezeigt werden.

§. 19. Wenn die vier Normalversuche allein in Rechnung genommen, und die Wassermengen mit den Temperaturen zusammengestellt werden; so bilden erstere eine arithmetische Reihe erster Ordnung, deren Differenz 15 ist, leztere aber eine arithmetische Reihe höherer Ordnung, deren Differenzen folgende seyn würden.

Reihe	10°	22°	30°	34°
Differenz		12	8	4

Das allgemeine Gesetz des Fortganges derselben würde seyn $\div a - a + d - a + (d + (d - \frac{1}{3} d)) - a + (d + (d - \frac{1}{3} d) + (d - \frac{2}{3} d))$ Es ist nicht sehr schwer hieraus eine Berechnung der Wassermengen für die verschiedenen Temperaturen zu finden, allein ich will dieses gern denjenigen Analytikern überlassen, welchen solche Untersuchungen auch bey geringer Hoffnung einer practischen Anwendbarkeit um ihrer selbstwillen Vergnügen machen, und gestehe zugleich gern, daſs ich durch die vielen schon wirklich angestellten Berechnungen bey

der Aussicht auf die zahlreicheren noch bevorstehenden nicht wenig ermüdet bin. Vor allen Dingen aber würde es unrecht seyn; wenn ich anstehen wollte, von denjenigen Arbeiten Gebrauch zu machen, welche von berühmten und gewandten Mathematikern entworfen sind, und den unbestreitbaren Vorzug haben, daſs sie das Verhalten des Wasserdunstes im Allgemeinen umfassen. Wir haben nämlich mehrere Formeln, welche eigentlich für die Elasticität des Wasserdunstes aufgestellt sind, zugleich aber dazu dienen, die Dichtigkeit desselben bey verschiedenen Temperaturen zu berechnen. Dahin gehören vorzüglich die von Soldner (*), Tralles (**), Schmidt (***), de la Place (****) und Mayer (†), aber ich muſs gestehen, daſs mir unter allen die leztere mit den bisher erkannten Naturgesetzen am besten übereinstimmend, zur Berechnung vorzüglich bequem und nach einem flüchtigen Ueberblicke den von mir gefundenen Resultaten am meisten entsprechend geschienen hat. Die genaue Uebereinstimmung der nach derselben berechneten Werthe für die Elasticitäten des Wasserdunstes mit denjenigen, welche H. P. Schmidt durch seine wiederholten und mit groſser Sorgfalt angestellten Versuche gefunden hat, ist als der beste Beweis ihrer Zulässigkeit anzusehen, d. h. sofern durch solche Berechnungen überhaupt nur genäherte Werthe erhalten werden kön-

(*) Gilb. Ann. XVII. 44 ff.

(**) Gilb. Ann. XXII. 400 ff.

(***) Gren N. J. IV. a. a. O.

(****) Bullet. de la Soc. phil. N. 27. Gilb. Ann. XXV. 431.

(†) Comment. de lege vis el. Vaporum.

nen. Für die Dichtigkeit des Wasserdunstes heifst sie $\delta = \frac{1}{v} \cdot \frac{\varepsilon}{213 + t}$, wobey δ die Dichtigkeit in Vergleichung mit dem Wasser auf dem Punkte seiner gröfsten Dichtigkeit als Einheit angenommen, ε die Elasticität in pariser Zollen des Barometerstandes ausgedrückt, und t die Temperatur in Reaumürschen Graden bezeichnet, $\frac{1}{213}$ aber der Coefficient der Ausdehnung der Luft ist, welcher nach der vorhergehenden Untersuchung von den gangbaren Bestimmungen nicht merklich abweicht. Hierin mufs der numerische Werth von $\frac{1}{v}$ durch die Erfahrung bestimmt werden, welches inzwischen durch die Reihe der von mir angestellten Versuche mit hinlänglicher Genauigkeit geschehen kann, vorausgesetzt, dafs die Formel überhaupt den Versuchen entspricht. Dafs ich aber für den Werth von ε die nach der Formel berechneten, nicht aber die durch Versuche gefundenen Gröfsen benutze, wird ein jeder natürlich finden, da eine im Ganzen so viele Uebereinstimmung zeigende Rechnung ohne Streit genauere Werthe giebt, als jede Messung geben kann. Um aber das Nachsehen der erwähnten Formel zu ersparen setze ich die Formel für ε gleichfalls her, nämlich

$$\log.\ \varepsilon = 4{,}2860 + \log.\ (213 + t) - \frac{1551{,}09}{213 + t}$$

Die folgende tabellarische Uebersicht zeigt, welche Werthe für $\frac{1}{v}$ aus meinen Versuchen ge-

funden werden, imgleichen, daſs die verschiedenen Resultate nicht sehr von einander abweichen.

Vers. Nro	Temp. d. vollen Verdunst.	Werth v. ε nach Rechnung	Der durch Rechnung für $\frac{1}{v}$ gefundene Werth	Der durch Vers. für δ gefundene Werth.
22 .	3°,00	0,27509 . .	0,006650283 . .	0,0000084698
21 .	6°,00	0,34982 . .	0,007017844 . .	0,00001121 . . .
2 .	6°,75	0,37005 . .	0,007096764 . .	0,000011957
25 .	10°,00	0,47725 . .	0,00698392 . . .	0,000014946
5 .	12°,00	0,55520 . .	0,00646105 . . .	0,000015943 . . .
10 .	15°,00	0,69328 . .	0,00581667 . . .	0,000017686 . . .
9 .	15°,00	0,69328 . .	0,00589859 . . .	0,000017936 . . .
14 .	18°,00	0,85889 . .	0,00643184 . . .	0,000023914 .
4 .	19°,50	0,95735 . .	0,00611033 . . .	0,00002516 . . .
26 .	22°,00	1,13943 . .	0,00616527 . . .	0,000029893 . . .
27 .	30°,00	1,94321 . .	0,00560737 . . .	0,00004484 . . .
28 .	35°,00	2,66719 . .	0,00555913 . . .	0,000059787
28 .	34°,00	2,50600 . .	0,00589284 . . .	0,000059787

Erst nach dieser Zusammenstellung ist es zulässig, diejenigen Versuche mit in Rechnung zu nehmen, welche vorher als ungewiſs zu-

rückgesetzt wurden, und dann erst eine Prüfung des Ganzen vorzunehmen. Dahin gehört das Resultat des 7ten Versuches, worin aber unbedenklich die zuerst gefundene Temperatur 16°,5 als richtig angenommen werden mufs, imgleichen der 8te und 20ste. Diese geben

7	16°,50	0,77306	0,00635992	0,000021424 . . .
8	7°,50	0,39354	0,00725796	0,000012954 . . .
20	0°,00	0,21491	0,00641927	0,000006476 . . .

§. 20. Eine Uebersicht der sämtlichen Resultate gewährt die höchst wichtige Ueberzeugung, dafs die Formel allerdings im Ganzen eine hinlängliche Genauigkeit giebt, denn die Abweichungen in den einzelnen Werthen von $\frac{1}{v}$ können füglich als eine Folge der Schwierigkeiten bey der Bestimmung des Punktes der vollen Verdunstung und der unbedeutenden Menge des Dunstes angesehen werden, welche nach dem Exantliren noch im Ballon zurückgeblieben seyn mag, indem die Gewichte über alle Fehler hinaus vollkommen sind. Hinsichtlich des Ersteren liegen die Abweichungen sämtlich innerhalb eines Grades am Thermometer, welches gewifs ein hoher Grad der Genauigkeit ist, sobald die Schwierigkeiten solcher Bestimmungen gehörig erwogen werden, und es würde sich auch dieses nicht haben erreichen lassen, wenn es mir nicht durch die lange Zeit, die ich jedem Versuche bey immer gespannter Aufmerksamkeit widmete, möglich gewesen wäre.

Sobald es aber darauf ankommt, ob in dieser Formel ein absolutes und sicheres Mittel

gegeben sey, die Dichtigkeiten sowohl, als die Elasticitäten des Wasserdunstes für alle Temperaturen zu berechnen; so dürfen wir im Allgemeinen nicht übersehen, daſs alle von mir angestellten Beobachtungen innerhalb der Thermometergrade von 0° bis 34° liegen, und daſs sowohl über als unter dieser Temperatur das durch die Formel ausgedrückte Gesetz eine Aenderung erleiden könnte, welche durch allmäliges wiewohl anfangs ganz unmerkliches Wachsen zulezt bedeutend werden müſste. In specieller Beziehung auf die erhaltenen Resultate darf gleichfalls nicht übersehen werden, daſs die Werthe von $\frac{1}{v}$ für die höheren Grade sämtlich kleiner, für die niedrigen aber sämtlich gröſser sind. Vor allen andern wird dieses durch die Vergleichung der im 28sten im 8ten und 20sten Versuche erhaltenen Werthe auffallend, denn wenn ich gleich den 8ten unter die minderzulässigen erklärt habe, so ist auf den 28sten eine desto gröſsere Sorgfalt verwandt, und das Resultat des 8ten Versuchs gehört dennoch nicht unter die schlechtesten, wenn ich gleich bey der Bestimmung der Temperatur für die volle Verdunstung durch die anfänglichen Beobachtungen getäuscht dieselbe niedriger finden zu müssen glaubte. Aus der ganzen ausführlichen Erzählung meiner Versuche ist aber evident, daſs der Natur der Sache nach bey gröſseren Wassermengen die Temperaturen für den Punkt der vollen Verdunstung leicht zu groſs, bey geringen dagegen leicht zu klein gefunden werden, und

die Nebeneinanderstellung der verschiedenen Resultate könnte dazu dienen, diesen constanten Beobachtungsfehler nachzuweisen. Die Rechnung durch die Formel würde also bey kleinen Unterschieden dazu dienen, die Beobachtungsfehler zu corrigiren; bey gröfseren Unterschieden aber müfste in derselben die constante Gröfse $\frac{1}{v}$ den Coëfficienten $(1 - w\,t)$ erhalten, und in demselben die Normaltemperatur $= t$ festgesetzt, der Werth von w aber aus den Versuchen selbst gefunden werden. Hiernach würde der absolute Nullpunkt nicht bey — 213° R. fallen, wie aus der Formel folgt (*), sondern tiefer herabkommen, welches mit den Ansichten anderer Physiker besser übereinkommt, oder aber je nachdem der Werth für w gefunden würde unendlich weit herabkommen, wie es nach der dynamischen und Rumfordschen Ansicht der Wärmelehre erforderlich zu seyn scheint. Allein so klar mir auch die Erinnerung aller Nebenbedingungen ist, welche die Versuche begleiteten; so wage ich dennoch nicht, über die Einführung dieser Gröfse in die Formel zu entscheiden, und glaube vielmehr, dafs ohne dieselbe für nicht allzuhohe und allzuniedrige Grade hinlängliche Genauigkeit erhalten wird.

§. 21. Wenn wir diesemnach die Abweichungen der erhaltenen Resultate als Folgen der Beobachtungsfehler gelten lassen, und $\frac{1}{v}$ durch

(*) a. a. O. p. 23.

das arithmetische Mittel der gröſsten Menge von Beobachtungen zu bestimmen suchen, wodurch allerdings die Beobachtungsfehler am besten ausgeglichen werden (*); so müſste zur Erreichung völliger Genauigkeit billig eine gleiche Menge Beobachtungen über und unter der mittleren Temperatur genommen werden, weil nur hierdurch eine Compensation des angegebenen Fehlers möglich ist. Allein hierzu reichen die berechneten Beobachtungen nicht hin, da wir nach der oben gemachten Anzeige der mittleren Temperatur des Zimmers 10° bis 12° als solche annehmen können, wenn zugleich berücksichtigt wird, daſs der Apparat meistens in der Mitte des Zimmers, aber etwas näher nach dem Ofen hin seinen Platz hatte. Hiernach fallen also die meisten Beobachtungen auf die Seite der höheren Temperaturen, und das arithmetische Mittel aus allen würde daher etwas zu klein ausfallen. Um dieses auszugleichen scheint es mir am schicklichsten, das arithmetische Mittel aus allen Versuchen für den Werth von $\frac{1}{v}$ zu nehmen, welches denselben $= 0{,}0064106984 \ldots$ giebt, und dieses auf 0,0065 zu erhöhen, wodurch wir uns den beyden mittleren Werthen bis auf eine geringe Kleinigkeit nähern, und unbedenklich in den Rechnungen den dieser Gröſse zugehörigen log. vulg. von $\frac{1}{v} = 0{,}8129134 - 3$ gebrauchen können.

(*) So urtheilt sehr richtig Benzenberg. Versuche über die Gesetze des Falles u. s. w. 1804. p. 325.

§. 22. Jezt erst wird es nützlich und für die Vollständigkeit der angestellten Untersuchung unentbehrlich seyn, uns nach denjenigen Resultaten umzusehen, welche von andern Physikern durch frühere und auf sehr verschiedene Weise angestellte Versuche gefunden sind. Allein manche Angaben, und selbst solche, die durch öftere Beziehung auf dieselben eine gewisse Autorität erlangt haben, sind so unbestimmt, daſs sie sich gar nicht berechnen und controliren lassen. Hiervon einige Beyspiele. Wallerius Ericson (*) berechnet durch Gewichtsbestimmung, wieviel Wasser im luftleeren Raume verdunstet, aber ohne auf den unvermeidlichen Niederschlag bey jeder Temperaturveränderung Rücksicht zu nehmen, und daher ganz ohne alle Genauigkeit.

Gay-Lüssac's Angaben und die Folgerungen aus denselben (**) gehören unter die nämliche Categorie, weil auf den Unterschied der Temperatur keine Rücksicht genommen ist,

Nieuwetyt, Desagüliers (***) und andere, die sich auf deren Autorität beziehen z. B. Kames (****) setzen die Dichtigkeit des Wasserdunstes im Verhältniſs zum Wasser $= \frac{1}{14000}$ oder 0,000071428 . . . allein diese Angabe, wobey ohnehin die Temperatur nicht genau bezeichnet ist, und wonach die Dich-

(*) S. Schwed. Abh. übers. von Kästner. II. 27.

(**) Nouveau bulletin des sciences de la soc. phil. N. 18. Mars 1809. T. I. p. 298 — 301. von mir entlehnt aus dem Auszuge bey Gehlen IX. 208 und 209.

(***) Phil. trans. N. 407. in Schwed. Abh. von Elvius X. 9.

(****) v. Crell chem. Annalen 1784. 2. 55.

tigkeit der Verminderung der Temperatur proportional wachsend angenommen wird, ist unter keiner Bedingung zulässig, indem sie allen andern Erfahrungen widerstreitet.

Ohne Zweifel ist dieses die nämliche Angabe, welche sich auch bey Muschenbrook (*) findet, indem dieser durch Versuche gefunden haben will, dafs der Dampf des heifsen (kochenden?) Wassers 14000 mal leichter sey, als Regenwasser.

Auch diejenigen Bestimmungen, welche wir einem sonst so genauen und gerade wegen seiner Versuche berühmten, für die Wissenschaften viel zu früh verstorbenen Physiker, dem Grafen Rumford (**) verdanken, beruhen auf gar keinen sichern Thatsachen. Er sagt, der Wasserdunst sey bey der Siedehitze 2000 mal, und nach anderer Meinung sogar 10000 mal dünner als Wasser.

Am meisten bekannt sind die Bestimmungen des Engländers Watt (***), welcher sich am frühesten zum grofsen Gewinne der Mechanik mit der Untersuchung des Wasserdunstes und seiner Wirkung ernstlich beschäftigt hat. Dieser setzt die Dichtigkeit des Wasserdunstes einige Grade über dem Siedepunkte ohngefähr (****) halb so grofs als der atmosphärischen

(*) Gehler phy. Wörterb. Hier wird auf Introd §. 1468. hingewiesen, welches Buch selbst ich nicht zur Hand habe.

(**) Gilb. Ann. IV. 398.

(***) Gött. Mag. Jahrg. III. I. 223.

(****) So heifst es nach der deutschen Bearbeitung a. a. O. Ob die Angabe im Original eben so unbestimmt ist, kann ich nicht entscheiden und eben so wenig, aus welcher Quelle H. P. Schmidt geschöpft hat, wenn

Luft, welches ein Verhältnifs zum Wasser $= \frac{1}{1600}$ oder 0,0006250 . . . gäbe, aber die folgende Untersuchung wird ergeben, dafs diese Angabe zu geringe ist.

Dasjenige, was uns Lambert über diesen Gegenstand mitgetheilt hat (*) verdient eine genauere Erörterung. Seine Bestimmungen beruhen auf hygrometrischen Messungen, deren Unzulässigkeit jezt längst erkannt ist, und daher kommt die sehr zweydeutige, wenn nicht grundfalsche Angabe (**), que la chaleur diminue assez considérablement l'humidité; wenn nicht diese Behauptung in der richtigen Bemerkung eine Erklärung findet, dafs die Wärme die Verdunstung beschleunigt, mithin nicht von feuchter Luft die Rede ist; doch geht aus dem Zusammenhange das Gegentheil hervor. Diese Erscheinung beruhet aber nach den Ansichten desselben auf der Eigenschaft der Wärme, die Wasserpartikeln mehr auszudehnen, wodurch sie für die Auflösung in Luft vorbereitet werden, denn diese ist nach seiner Vorstellung das Menstruum des Wasserdunstes. Beyde Erscheinungen stimmen dann nach seiner Theorie genau überein, und die Ursache ist: que la chaleur seche en ce, qu'elle accélere l'évaporation de l'humidité, et le froid rapproche les particules aqueuses, que la cha-

er bey Gren IV. 298. behauptet, Watt habe die Dichtigkeit des Wasserdunstes bey der Siedehitze über 1300mal geringer gefunden, als des Wassers.

(*) Mem. de l'Acad. de Berlin 1769. p. 68 ff.

(**) ibid. p. 105.

leur avoit dispersées (*). Die Dichtigkeit des Wasserdunstes bestimmt er nach dem Gewichte des verdunsteten Wassers zu 342 Grains in einem Cubikfuſse, aber da keine Temperatur hierbey angegeben ist; so belohnt sichs der Mühe nicht, diese Gröſse zu berechnen. Inzwischen giebt die am Ende dieser Untersuchung angehängte Tabelle ein leichtes Mittel der Vergleichung an die Hand, indem Lambert zugleich das Gewicht der Luft zu 640 Grains bestimmt, welches ein Verhältniſs beyder = 0,53437 giebt, und unter der Voraussetzung einer gleichen Temperatur beyder elastischen Flüssigkeiten einen Thermometerstand von 75° R. voraussetzt, also viel zu groſs ist, da der Versuch der Verdunstung nach dem Inhalte der Erzählung in mittlerer Temperatur angestellt wurde. Offenbar muſste auch die Angabe zu groſs ausfallen, denn wie läſst sich denken, daſs nicht während des Zeitraumes von 5 Tagen, innerhalb dessen die Röhre mit Wasser beständig in dem gröſsern gläsernen Gefäſse gestanden hatte, durch Veränderung der Temperatur ein Niederschlag erfolgt seyn sollte, dessen Gewicht hier nicht abgezogen ist.

In der bekannten Abhandlung über die Fortpflanzung des Schalles (**) berechnet dieser gewandte Mathematiker, daſs die Luft $\frac{12}{37}$ ihres Gewichtes an Dunst aufnehmen kann. Dieses würde bey einer Temperatur von fast 65° R.

(*) Mem. de Berl. 1772. p. 96 und p. 118, wo dieser Satz noch genauer mathematisch construirt wird.

(**) Mem. de Berl. 1768. p. 70 ff.

geschehen können, und ist daher für die mittleren Temperaturen zu grofs, im Allgemeinen aber zu klein. Hierbey mufs aber der Zusatz wohl berücksichtigt werden (*), dafs dieso particules (aqueuses) cet. n'étant point élastiques seyn sollen, folglich unter eine Classe gehören, über welche meine Versuche gar nicht entscheiden, wiewohl ich aus der Vergleichung beyder Abhandlungen mich berechtigt fühle zu schliefsen, dafs dieser Unterschied des elastischen und nicht elastischen Zustandes keineswegs hinlänglich berücksichtigt ist.

Von einem Physiker, wie de Lüc, welcher in den Untersuchungen dieser Art grau geworden, sollte man billig recht genaue Angaben erwarten, allein sie sind sämtlich schwankend und unbestimmt. Unter andern fand er (**) nach der von Watt angegebenen Dichtigkeit des Wasserdunstes bey der Siedehitze aus dem Verhältnisse der Elasticitäten, dafs derselbe bey einer Temperatur von 56° F = 10°,4 R. eine Dichtigkeit von $\frac{1}{100800}$ = 0,0000099206 . . . habe, welches aber wegen der unrichtigen Thatsachen, die dabey zum Grunde liegen, sehr stark von der Wahrheit abweicht.

Die gröfste Autorität unter allen haben diejenigen Bestimmnngen erhalten, welche wir den Versuchen des älteren v. Saussüre verdanken. Dieser fand, indem er Wasser unter einer Klocke bis zur Sättigung der Luft ver

(*) a. a. O. p. 72.

(**) Gren. II. 426.

dunsten liefs, dafs ein Cubickfufs trockne Luft bey einer Temperatur von 15° R. 11,096 Grains par. Gewicht aufnehmen konnte (*). Da nun der Wasserdunst in trockner Luft und im leeren Raume eine gleiche Dichtigkeit hat (**), so läfst sich hiernach die angegebene Gröfse mit den von mir gefundenen leicht vergleichen, und um auch für die Zukunft weitläuftige Rechnungen zu ersparen, mögen folgende sehr bequeme Bestimmungen ein für allemal einen Platz finden.

Nach der, der französischen Mafsregulirung zum Grunde liegenden Bestimmung wiegt ein Cubickfufs Wasser auf dem Punkte der gröfsten Dichtigkeit 70,024 ℔. zu 16 Unzen, die Unze zu 576 Grains par. Troy-Gewicht. Mithin ist

log. 70,024	=	1,8452469
log. 16	=	1,2041200
log. 576	=	2,7604225
	Summa	5,8097894

Es heifse dieser Logarithmus log. Π; und das jedesmalige Gewicht in Grains ausgedrückt π; so ist log. $\frac{\pi}{\Pi}$ der Logarithme des Verhältnisses der Dichtigkeit. Es ist aber

log. π	=	1,0441084
log. Π	=	5,8097894
log. V	=	0,2343190 — 5

(*) Versuche über Hygrometrie, d. Ue. Leip. 1784. §. 113—127. p. 128 — 146. Ich bin nicht ganz gewifs, ob unter Granen die im Texte angenommenen Grains par. Troy-Gewicht, oder Grane Medicinal-Gewicht verstanden werden; doch vermuthe ich mit grofser Sicherheit das Erstere.

(**) Eine nähere Erörterung dieser Behauptung S. unten.

welchem die Dichtigkeit = 0,00001715 2 . . . zugehört, eine Gröfse, welche so genau, als unter so verschiedenen Bedingungen ganz unähnlicher Versuche nur immer denkbar ist, mit der von mir für 15° gefundenen übereinstimmt, und nur etwas zu klein ist, wie natürlich zu erwarten stand, indem die atmosphärische Luft nicht augenblicklich durch die von Saussüre angewandten Mittel auf den höchsten Grad der Trockenheit gebracht wird, um alsdann eine gleiche Menge Wasserdunst aufzunehmen, als im Vacuo verdunstet, wobey gleichfalls nicht zu übersehen ist; dafs die von mir erhaltenen Bestimmungen keine ohngefähre Angaben sind, sondern sehr scharf die äufserste Grenze enthalten, über welche hinaus sogleich ein Niederschlag erfolgen mufs. Aus dieser Darstellung folgt zugleich, dafs die von H. Gilbert (*) aus theoretischen Gründen vorgeschlagene Correction der durch von Saussüre gefundenen Gröfse, wonach sie auf 12,28 Grains erhoben werden soll, unzulässig ist, weil dieses eine Dichtigkeit = 0,0000190 (**) geben würde.

Die zweyte Angabe Saussüre's(***) bestimmt bey 4°,75 Temperatur die Wassermenge in einem Cubikfufse zu 5,4605 Grains. Es ist aber

$$\begin{array}{lcl} \log.\ \pi & = & 0,7372324 \\ \log.\ \Pi & = & 5,8097894 \\ \hline \log.\ V & = & 0,9274430 - 6 \end{array}$$

(*) Annalen XV. 52.

(**) Nach der Rechnung des H. H. Mayer a. a. O. p. 38.

(***) Hygromet. a. a. O.

welches auf eine Dichtigkeit = 0,0000084614 . . . führt, und den Werth von $\frac{1}{v}$ = 0,0058169 mit ziemlicher Genauigket, aber gleichfalls etwas zu klein giebt, woraus hervorgeht, daſs dieser Fehler aus den nachgewiesenen Gründen bey Saussüre beständig ist.

Die dritte Angabe des nämlichen Physikers (*) giebt bey 6°,18 Temperatur eine Wassermenge von 5,6549 Grains in einem Cubikfuſse Luft an. Es ist aber

$$\begin{array}{lcl} \log. \pi & = & 0,7524326 \\ \log. \Pi & = & 5,8097894 \\ \hline \log. V & = & 0,9426432 - 6 \end{array}$$

welches eine Dichtigkeit = 0,000008763 giebt, und nach der gewöhnlichen Berechnung den Werth von $\frac{1}{v}$ = 0,005413 . . . also noch geringer, mithin nach meinen Bestimmungen noch weniger genau.

Die ausführliche Vergleichung dieser Versuche wird jeder nicht bloſs entschuldigen, sondern völlig billigen. Die Autorität Saussüre's ist immer viel benutzt, und jezt bediene ich mich derselben, um auf die Genauigkeit meiner Versuche und die Zulässigkeit der Rechnung hinzuweisen. Unter seinen Angaben ist die für die niedrigste Temperatur die gröste, die für die mittlere die kleinste, alle drey aber sind etwas zu klein. Lezteres erklärt sich leicht; und Ersteres deutet unverkennbar auf man-

(*) S. ebendaselbst.

gelhafte Beobachtung, wiewohl die von mir angegebene Fehlergrenze auch hierbey noch nicht erreicht ist. Daraus aber, dafs die Abweichungen mit den Temperaturen nicht in gleichem Verhältnisse wachsen oder abnehmen geht hervor, dafs die Rechnung keinem constanten Fehler unterworfen ist.

Zwey Angaben des berühmten englischen Chemikers H. Davy verdienen wegen der grofsen Celebrität des Autors eine genauere Vergleichung. Nach seiner Bestimmung (*) soll die Luft bey 50° F (8° R) $\frac{1}{50}$stel ihres Volumens und $\frac{1}{75}$stel ihres Gewichts; bey 100° F (30°,22 R) aber $\frac{1}{14}$ des Inhalts und $\frac{1}{21}$stel ihres Gewichts an Wasserdunst enthalten. Ohne hierbey auf das doppelte Verhältnifs des Gewichts und Volumens der Luft in diesen Angaben Rücksicht zu nehmen, welches nach einer oberflächlichen Uebersicht schwerlich die Probe einer genauen Rechnung aushalten mögte, will ich blofs das eine, nämlich das Gewicht bey der Berechnung zum Grunde legen. Wenn ich nun die nicht angegebene Correction wegen des veränderlichen Barometerstandes vernachlässige, die Ausdehnung der Luft aber für jeden Grad R. = 0,0004823 die Dichtigkeit der Luft aber bey 28″ B. 0° T. = 0,0013 in Vergleichung mit Wasser annehme; so giebt die erste Bestimmung für 8° R. die Dichtigkeit

(*) S. elements of agricultural chemistry cet. Lond. 1810 lect. V.

des Wassersdunstes = 0,00016665 und den Werth von $\frac{1}{v}$ = 0,0090018 ... die zweyte aber bey 30°,22 R. die Dichtigkeit = 0,00052879 .. und der Werth von $\frac{1}{v}$ = 0,0065213. Die erstere Angabe ist zu groſs, denn eine solche Dichtigkeit gehört einer Temperatur von 13° R. zu, und der begangene Fehler ist also dem Saussüreschen gerade entgegengesetzt, die leztere aber stimmt mit dem von mir gefundenen mittleren Werthe von $\frac{1}{v}$ bis auf 0,0002 überein, gewiſs eine überraschende Genauigkeit, ohne daſs ich die Gründe zu prüfen im Stande bin, worauf der hochgepriesene Chemiker seine Bestimmungen bauet.

Dalton (*) setzt nach eignen Versuchen die Dichtigkeit des Wasserdampfes (Dunstes) nahe = 0,7 der atmosphärischen Luft. Wie diese Gröſse aufgefunden worden, ist nicht angezeigt, und da keine genaue Bestimmung der Temperatur dabey angegeben ist; so läſst sich überhaupt keine Prüfung anstellen. Aus der Vergleichung, welche der Verfasser mit den Angaben der HH. Watt und Saussüre anstellt, schlieſse ich, daſs vom Dunst des siedenden Wassers die Rede sey, und dann ist die Bestimmung sehr genau, denn die am Ende folgende Tabelle giebt für 80° das Verhältniſs des Wasserdunstes zur Luft = 0,6805 und für 81° = 0,7117; so daſs also Dalton sich nicht bestimmter hätte ausdrücken können,

(*) Gilb. Ann. XXI. 425 ff.

wenn er meine Tabelle bey seiner Angabe vor Augen gehabt hätte. Wenn aber H. Gilbert (*) meint, das Gewicht des Dunstes sey in niedrigen Temperaturen gröſser; so folgt diese Verwechselung aus den schwankenden Principien, wovon man bisher ausging. Zugleich aber sehen wir im Wasserdunste, wie wahrscheinlich in allen andern Dünsten im Maximo ihrer Dichtigkeit einen Körper, dessen Existenz und ganzes Verhalten bloſs durch die Wärme bedingt ist, dessen specifisches Gewicht aber in diesem Zustande den Temperaturen direct proportional ist, so daſs der Wärmestoff, zwar an sich unwägbar, doch als Auflösungsmittel nach chemischen Gesetzen wirksam erkannt wird.

Die gehaltreichen Versuche der HH. Clement und Desormes (**) lassen nach der Art zu schlieſsen, wie sie angestellt sind, ein sehr genähertes Resultat erwarten. Sie nahmen Luft, welche sie auf das Maximum der Feuchtigkeit zu bringen glaubten, indem sie dieselbe durch Wasser streichen lieſsen, trockneten sie dann aus, indem sie dieselbe durch eine Röhre mit salzsaurem Kalke trieben, und bestimmten die Menge des Dunstes nach der Gewichtszunahme des lezteren, wodurch sie für einen Cubikfuſs

(*) In der Anmerk. ebendas. Eine gleiche Behauptung, wovon ich den Grund nicht weiſs, worauf sie sich stützt, findet man bey Brisson traité elementaire de physique. Par. 1789. II. 179. Er setzt die Dichtigkeit des Wasserdunstes $\frac{1}{1200}$ oder $\frac{1}{1400}$ des Wassers, beym Siedepunkte aber $= \frac{1}{13824}$.

(**) Gilbert. Ann. XIII. 141.

Luft 5,89 Grains bey einer Temperatur von 10° erhielten. Nun ist

$$\begin{array}{rcl} \log.\ \pi & = & 0{,}7701153 \\ \log.\ \Pi & = & 5{,}8097894 \\ \hline \log.\ V & = & 0{,}9603259 - 6 \end{array}$$

welches eine Dichtigkeit von 0,0000091270 giebt, und viel kleiner, als die von mir im 25sten Versuche gefundene. Allein ich bin fest überzeugt, dafs auf diesem Wege allezeit unrichtige Resultate erhalten werden, wenn auch nur deswegen, weil der salzsaure Kalk nicht in solcher Schnelligkeit der Luft die Feuchtigkeit zu entziehen vermag. Aufserdem aber ist diese Angabe der 5,89 Grains unter den verschiedenen gefundenen Gröfsen die geringste, so dafs die Differenz etwas vermindert wird, wenn wir die übrigen in Rechnung nehmen.

Aus der Formel des H. de la Place (*) für die Elasticität und Dichtigkeit des Wasserdunstes leitet H. H. Gilbert die Dichtigkeit desselben für 15° R. ab, und findet, dafs ein Cubikfufs bey dieser Temperatur 9,3 Grains par. Gew. enthalten müfste. Dieses gäbe

$$\begin{array}{rcl} \log.\ \pi & = & 0{,}9684829 \\ \log.\ \Pi & = & 5{,}8097894 \\ \hline \log.\ V & = & 0{,}1586935 - 5 \end{array}$$

eine Dichtigkeit von 0,000014411 . . also beträchtlich kleiner als die von mir gefundenen Werthe = $0{,}000017\frac{6}{9}$; aber diese Abweichung

(*) Aus Bulletin des Sciences de la Soc. phil. N. 72. bey Gilbert. Ann. XXVII. 427.

folgt nothwendig aus der von Watt entlehnten und bey dieser Berechnung zum Grunde liegenden Bestimmung der Dichtigkeit für 80° zu $\frac{1}{1600}$, welche gleichfalls beträchtlich zu klein ist.

H. H. Mayer (*) giebt an die Dichtigkeit des Wasserdunstes für 15° R. durch einen Tropfen Wasser im torricellischen Raume = 0,0000200 gefunden zu haben. Diese Bestimmung ist fast ganz genau, jedoch etwas zu grofs, wie leicht daraus erklärlich ist, dafs diese Art Versuche unmöglich einen gleichen Grad der Genauigkeit geben hönnen, als die von mir angestellten directen Messungen.

H. P. Schmidt (**) findet die Dichtigkeit des Wasserdunstes bey 17°,5 = 0,0000285, wovon ich die Genauigkeit nicht prüfen kann, weil ich nicht weifs, auf welchem Wege dieses Resultat gefunden ist. Indefs stimmt die angegebene Gröfse sehr nahe mit demjenigen Resultate überein, welches ich im 14ten Versuche gefunden habe, nämlich 0,000023914 . . . für 18° Temperatur, ist aber gleichfalls etwas zu grofs.

Eben dieser Physiker (***) untersuchte schon früher durch einen sinnreich ausgedachten Apparat, demjenigen ähnlich, dessen sich Muschenbrook bediente, die Dichtigkeit des Wasserdunstes bey der Siedehitze, und fand die-

(*) Comment. p. 39.
(**) Handbuch p. 298.
(***) Gren. N. J. IV. 299 ff.

selbe $= \frac{1}{1470}$ oder 0,00068027, eine Angabe, welche nach der Schärfe der Beobachtung für absolut richtig gelten könnte, wenn nicht die so kleinen Gewichte von Luft und Dunst die Fehlergrenze zu groſs lieſsen, und man mit Sicherheit dafür einstehen könnte, daſs in dem Röhrchen der gebrauchten Kugel kein tropfbares Wasser zurückgeblieben, oder auf der andern Seite die Temperatur gegen das Ende des Versuches nicht über den Siedepunkt hinaus getrieben worden. Hat die bekannte Dexterität dieses Physikers bey solchen gefährlichen Klippen sicher vorbeyzusteuern vermogt, so ist seine Angabe classisch. Die Rechnung und Vergleichung mit denjenigen Bestimmungen, welche ich aus meinen Versuchen erhalten habe, giebt abermals eine überraschende Uebereinstimmung, denn nach der Formel erhält man aus dieser lezten Angabe den Werth von $\frac{1}{v} = 0{,}00692646$, also um eine unbedeutende Kleinigkeit zu groſs, welches um so besser ist, je mehr es uns berechtigt, aus allen meinen Versuchen unbedenklich das arithmetische Mittel zu nehmen.

§. 23. Um diese lange Reihe der verglichenen Angaben noch fruchtbarer zu machen, erlaube ich mir eine Zusammenstellung der sämtlichen Werthe aus allen denjenigen Versuchen, welche auf einen bedeutenden Grad von Genauigkeit Ansprüche machen können, um zu versuchen, wie nahe das mittlere Resultat aus allen diesen, auf so verschiedene

Weise, von so vielen Physikern und für so weit von einander liegende Temperaturen angestellten Versuchen dem mittleren Resultate aus meiner Reihe von Beobachtungen kommt.

Verfasser	Temper.	El. nach Rech.	Werth von $\frac{1}{v}$.	Dichtigkeit.
Saussüre	15°,00	0,69326	0,00564600	0,000017152 ...
—	4°,75	0,31673	0,00581169 ...	0,0000384614 ...
—	6°,18	0,35482	0,005413 ...	0,000008763 ..
Davy	8°,00	0,41000	0,0090018 ..	0,000016665 ..
—	30°,22	1,95376	0,0065213 ..	0,000052879 ..
Clement und Desormes	10°,00	0,47832	0,0046045 ..	0,000009127
Gilbert nach de la Place	15°,00	0,69326	0,0047394 ...	0,000014411 ...
Mayer	15°,00	0,69326	0,00657754	0,0000200
Schmidt	17°,50	0,83066	0,00795848	0,0000285
—	80°,00	28,77640	0,00692646	0,00068027

Das arithmetische Mittel aus allen diesen zehn Angaben beträgt für den Werth von $\frac{1}{v} = 0,00632 0538$, welshes von dem aus meinen Versuchen im arithmetischen Mittel berechneten $= 0,0064106984\ldots$ nur um 0,0000901604 also noch nicht um ein volles Zehntausendtheilchen abweicht.

Gay-Lüssac hat in einer schon 1811 im Institute gehaltenen Vorlesung eine umfangende und genügende Abhandlung über die Dichtigkeiten der Dünste versprochen (*), vorläufig aber die Dichtigkeit des Wasserdunstes bey der Siedehitze und einem Barometerstande von $28'' = \frac{1}{1698}$ von der Dichtigkeit des Wassers angegeben. Wäre diese Bestimmung richtig; so würde sie bloſs gegen die Anwendung der Mayerschen Formel, nicht aber gegen meine Versuche entscheiden, welche nicht bis zur Temperatur des Siedepunktes reichen; allein ich glaube, daſs in der gegebenen Darstellung eigener und fremder Resultate, welche sowohl durch Rechnung als Versuche gefunden sind, Gründe genug liegen, diese Bestimmung so lange in Zweifel zu ziehen, bis der beschriebene Apparat und eine detaillirte Erzählung der ganzen Art zu experimentiren uns in den Stand setzt, den Grad der Genauigkeit dieser

(*) Die kurze Notitz ist aus Gilbert Ann. XLV. 332. entlehnt, indem ich den lezten Band der Memoiren des Instituts bis jezt noch nicht erhalten habe, und nicht weiſs, aus welcher anderweitigen Quelle der H. Referent sie geschöpft hat.

Versuche critisch zu prüfen, und dann zu entscheiden.

4. *Elasticität des Wasserdunstes.*

§. 24. Es könnte überflüssig scheinen, nach den vielen gehaltvollen Untersuchungen und Rechnungen über diesen Gegenstand, namentlich der HH. Ziegler (*), Betancourt (**), Bicker und Rouppe (***), Dalton (****), Soldner (*****), Tralles (†), de la Place (††), Schmidt (†††), Mayer (††††) u. a. auf diesen Gegenstand nochmals die Mühe neuer Versuche und Rechnungen zu verwenden. Eine critische Prüfung dieser gehaltvollen Arbeiten anzustellen, liegt ganz außer den Grenzen meiner Untersuchung, wohl aber lag es so sehr im Kreise der von mir angestellten Versuche, die den verschiedenen Temperaturen correspondirenden Elasticitäten gelegentlich mit zu beobachten, daſs ich dieses kaum unterlassen konnte. Wenn nun gleich meine Beobachtungen in dem engen Kreise der Temperaturen von — 10° bis + 50° enthalten sind, und das Messen des Standes der Quecksilbersäulen in den engen Schenkeln des Heberbarometers bey der leichten Beweglichkeit des ganzen

(*) Specimen de digestore Papini cet. Bas. 1748.
(**) S. Prony neue Architectura hydraulica übers. von Langsd. Th. II.
(***) Annalen d. Phys. X. 257.
(****) Annalen d. Phys. XV. 1.
(*****) Annalen d. Phys. XVII. 44. und XXV. 411 ff.
(†) Annalen der Phys. XXVII. 400.
(††) Mec. cel. IV. 272. Vergl. Annalen d. Ph. XXV. 432.
(†††) Gren N. J. IV. 277 ff.
(††††) Commentatio de lege vis el. vap.

Ballons mühsam und unsicher scheint; so verdienen sie doch theils wegen ihrer Menge nicht ganz unbeachtet zu bleiben, theils aber und vorzüglich deswegen, weil sie eine Erscheinung aufzuklären vermögen, die von allen bisherigen Beobachtern nicht füglich berücksichtigt werden konnte. In allen jenen Versuchen wurde nämlich die Elasticität des Wasserdunstes im Maximo seiner Dichtigkeit erforscht, meine Versuche aber geben ein Mittel an die Hand, die Expansionsgesetze des Wasserdunstes zugleich auch unterhalb dem Punkte seiner Sättigung zu prüfen, und beyde Erscheinungen mit einander zu vergleichen, worüber mir noch gar keine ausführlichen Untersuchungen bekannt sind, die auf Genauigkeit Ansprüche machen könnten.

§. 25. Damit aber die in meinen Versuchen gefundenen Gröfsen in dieser Hinsicht brauchbar werden, mufs ich nochmals auf eine schon gemachte Bemerkung aufmerksam machen, dafs nämlich die Beobachtungen, so wie sie aufgezeichnet sind, die Wirkungen des beym Exantliren zurückgebliebenen Antheils der mit Dunst imprägnirten atmosphärischen Luft und zugleich des neu hinzukommenden Waserdunstes enthalten. Aus denjenigen Gründen, welche ich bey der Erzählung des 4ten Vers. erläutert habe, läfst sich die Wirkung des Dunstes nicht anders für sich darstellen, als wenn eine constante Gröfse für die Elasticität des Wasserdunstes bey irgend einer Temperatur angenommen und der Rest des Barometerstandes als Wirkung des Luftdruckes angesehen wird. Die Uebersicht der hiernach er-

haltenen Gröfsen, indem für 0° die Elasticität des Dunstes = 2,52 par. Lin. zum Grunde gelegt, und der Rest des aufgezeichneten Barometerstandes als Wirkung des Luftdruckes angesehen ist, zeigt eine genaue Uebereinstimmung mit denjenigen Resultaten, welche H. P. Schmidt durch seine classischen Versuche erhalten hat (*). Ich trage daher gar kein Bedenken, die durch diese Rechnung erhaltenen Werthe, wie sie in der ersten Abtheilung enthalten sind, auch in der nachfolgenden tabellarischen Uebersicht zusammenzustellen, kann aber nicht umhin, zugleich darauf aufmerksam zu machen, dafs diese Annahme den herrschenden Meinungen geradezu entgegen ist. Der ältere v. Saussüre (**) hat nämlich durch seine Versuche den Satz in die Physik eingeführt, dafs die Elasticität der Luft durch hinzukommenden Wasserdunst um die ganze Gröfse vermehrt wird, welche der jedesmaligen Temperatur des Dunstes proportional ist, und durch Dalton (***) ist diese Behauptung zu einem bewährten Naturgesetze erhoben. Auf allen Fall kann bey meinen Beobachtungen nicht ausgemittelt werden, wie viele Feuchtigkeit das jedesmalige Residuum der Luft im Ballon noch enthielt (****), deren

(*) S. Gren N. J. IV. 320. Vergl. die Zusammenstellung mit Daltons Beobachtungen bey Gilb. Ann. XV. 42.

(**) Vers. über Hygrometrie, a. a. O.

(***) Annalen der Phys. XV. 21.

(****) Die am Ende dieser Untersuchung angehängte Tabelle enthält in einer Columne das Verhältnifs der Dichtigkeiten des Wasserdunstes zur Luft bey gleichen Temperaturen und unter gleichem Drucke. Die Uebersicht derselben ist interessant, aber da die Luft nicht immer Dünste im Maximo der Dichtigkeiten

Elasticität durch die Verbindung mit einer gröſseren Menge Dunst nicht vermehrt werden konnte, sondern in der Elasticität des Dunstes im Ganzen enthalten seyn muſste, weswegen denn aus ihnen kein stringenter Beweis gegen die herrschende Meinung hergeleitet werden kann. Aber abgesehen hiervon, habe ich viele Gründe, diesen Satz zu bestreiten, die ich im Verfolge der Untersuchung näher zu erörtern, und weiter zu entwickeln mir vorbehalte, und ich halte es daher für zweckmäſsig, die von mir beobachteten und nach der angezeigten Art verbesserten Gröſsen zugleich mit denjenigen in eine tabellarische Uebersicht zusammenzustellen, welche nach der Formel berechnet und durch die Versuche des H. P. Schmidt gefunden sind.

enthält, so ist es ungewiſs, ob hiernach die Quantität des in verdünnter Luft enthaltenen Wasserdunstes in meinen Versuchen gefunden werden kann.

Tabelle der Elasticitäten des Wasserdunstes für die verschiedenen Temperaturen in pariser Linien.

Vers.	-10°	-5°	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	50°
22	—	1,34	2,52	2,89	3,09	3,14	3,24	3,34	3,44	3,59	3,74	—
25	—	—	2,52	—	5,02	—	5,77	—	6,52	—	7,02	—
5	—	—	—	3,23	5,73	7,73	8,73	8,98	9,23	9,48	—	—
10	—	1,22	2,52	2,97	5,02	7,97	8,52	9,22	9,72	10,22	10,47	—
14	1,07	1,77	2,52	3,57	5,82	8,19	10,64	11,92	12,57	12,87	13,17	—
4	—	—	2,52	3,52	5,02	8,02	10,52	11,52	12,27	12,52	—	—
26	—	1,77	2,52	—	5,45	—	11,73	—	19,05	—	22,49	24,27
27	—	—	2,52	—	5,43	—	11,50	—	20,24	—	26,70	30,12
28	—	—	2,52	—	5,52	—	11,27	—	22,60	—	28,72	31,22

§. 26. Wenn eine Vergleichung dieser Werthe mit denjenigen versucht wird, welche durch Rechnung nach der Formel des H. Mayer oder durch frühere Versuche gefunden sind;

so dürfen sie nicht weiter benutzt werden, als bis zur Grenze der vollen Verdunstung. In nachstehender Tabelle sind sie daher nur bis zu dieser Grenze benutzt, das arithmetische Mittel aus allen ist in einer Reihe zusammengestellt und mit m. a. bezeichnet, die für gleiche Temperaturen nach der Mayerschen Formel berechneten Werthe stehen in der mit M. bezeichneten Reihe, und um die Vergleichung zu erleichtern, sind die Differenzen beyder in der mit D. bezeichneten Reihe zusammengestellt. Endlich habe ich auch die durch H. P. Schmidt gefundenen Elasticitäten (*) auf par. Linien reducirt, und in der mit S bezeichneten Reihe hinzugefügt.

Tabelle der Elasticitäten des Wasserdunstes im Maximo der Dichtigkeiten in par. Linien.

Vers.	- 10°	- 5°	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
22	—	1,34	2,52						
25	—	—	2,52	—	5,02				
5	—	—	—	3,23	5,73				
10	—	1,22	2,52	2,97	5,02				
14	1,07	1,77	2,52	3,57	5,82	8,19			
4	—	—	2,52	3,52	5,02	8,02			
26	—	1,77	2,52	—	5,45	—	11,73		
27	—	—	2,52	—	5,43	—	11,50		
28	—	—	2,52	—	5,52	—	11,27	—	22,60
m. a.	1,07	1,52	2,52	3,32	5,37	8,10	11,50	—	22,60
M	0,98	1,68	2,52	3,88	5,73	8,52	11,90	16.77	23,32
d	+0,09	-0,16	0,00	-0,56	-0,36	-0,20	-0,40	—	-0,72
S	—	1,08	2,16	2,83	4,8	8,16	11,96	16,80	23,54

(*) Aus s. Handb. der Nat. 1. p. 296.

Die genaue Uebereinstimmung meiner Beobachtungen mit den durch die Rechnung erhaltenen Werthen muſs zwar im Allgemeinen als eine Folge der Genauigkeit angesehen werden, womit sie gemacht sind, zum Theil aber kann sie auch daraus folgen, daſs sie für den Gefrierpunkt sämtlich auf die durch Berechnung für diese Temperatur gefundene Gröſse reducirt sind. Zugleich aber darf nicht übersehen werden, daſs sowohl meine eigenen Beobachtungen, als die des H. P. Schmidt die Elasticitäten geringer angeben, als die Rechnung, weswegen die in der angehängten Tabelle berechneten Werthe für ε auf allen Fall nicht zu klein sind, wohl aber um eine unbedeutende Kleinigkeit zu groſs seyn könnten.

§. 27. Die hier zusammengestellten Werthe für die Elasticitäten des Wasserdunstes haben aber neben den viel gehaltreicheren und umfangendern anderer Physiker so gut wie gar keinen Werth, und ich würde weder auf die Beobachtung noch auf die Berechnung derselben so viele Zeit und Mühe verwandt haben, wenn ich sie nicht zu einem andern, schon erwähnten Zwecke zu gebrauchen entschlossen wäre. Eine in der Physik jezt als Axiom geltende Behauptung, daſs die Zunahme der Elasticität und Ausdehnung des Dunstes aller tropfbaren Flüssigkeiten, sobald dieselben völlig expandirt sind, unter sich, und auch derjenigen gleich seyn soll, welche aus den genauesten Versuchen für atmosphärische Luft gefunden worden, ist durch Dalton und Gay-Lüssac zwar aufgestellt, aber noch keineswegs durch hinlängliche Versuche für verschiedene

Grade der Dichtigkeiten der Dünste und vorzüglich für niedrige Temperaturen genügend geprüft. Wie weit diese Folgerung aus ihren Beobachtungen mit der erforderlichen Gewifsheit abgeleitet werden könne, lasse ich vorerst auf sich beruhen, und begnüge mich, die von mir beobachteten Elasticitäten dazu zu benutzen, um diesen hypothetischen Satz genauer zu prüfen. Auf welche Weise dieses eben so leicht als sicher geschehen könne, läfst sich mit wenigen Worten nachweisen. Indem wir nämlich wissen, bey welchen Graden des Thermometers die Existenz des Wassers in tropfbar flüssiger Gestalt aufhörte, bedarf es blofs einer Vergleichung der Expansionen für die zunächst liegenden Temperaturen, um aus dem Unterschiede derselben das Gesetz der Expansion zwischen den beyden festen Punkten des Thermometers nach einem einfachen Proportionalsatze zu berechnen, wie dieses für die Ausdehnung der atmosphärischen Luft geschehen ist, und mit der hierfür gefundenen bekannten Gröfse zu vergleichen. Da hierbey die Gröfsen selbst, mithin auch die Fehler multiplicirt werden; so müssen die Resultate unter sich beträchtlich abweichen, und es bedarf daher nach dem oben angeführten Grundsatze einer desto gröfseren Menge Resultate, um durch das arithmetische Mittel die Fehlergrenze so enge als möglich zu machen.

Allein hierbey ist noch eine Frage zu erörtern, welche nicht ganz unbedeutend ist. Bekanntlich enthalten meine Versuche drey verschiedene Werthe für die Elasticitäten, nämlich zuerst diejenigen, welche nach den Be-

obachtungen unmittelbar aufgezeichnet sind, zum andern diejenigen, von denen eine constante Gröfse für den Druck der Luft abgezogen ist, und endlich drittens diejenigen, welche für Wasserdunst zurückblieben, nachdem die nach der Formel für die Ausdehnung trockner Luft berechneten Gröfsen für die Elasticität des beym Exantliren im Ballon zurückgebliebenen Antheils atmosphärischer Luft abgezogen waren. Welche von diesen drey verschiedenen, nicht unmerklich von einander abweichenden Gröfsen müssen bey der jezt anzustellenden Berechnung gewählt werden?

Es scheint mir ganz aufser Zweifel zu seyn, dafs blofs die ganz uncorrigirten Beobachtungen für die jezt zu suchenden Bestimmungen die richtigsten Resultate geben, denn theils war in den meisten Fällen das Residuum der Luft eine unmerklich kleine Quantität, theils aber ist es keinem Zweifel unterworfen, dafs die atmosphärische Luft in ihrem gewöhnlichen Zustande nie völlig trocken, sondern allezeit mit Dunst gemischt ist, von welcher Beschaffenheit daher auch nothwendig das Residuum seyn mufste; so dafs daher der Antheil Luft in der untersuchten elastischen Flüssigkeit als eine unmerkliche Quantität und in seinem Einflusse als verschwindend anzusehen ist. Allein so einleuchtend mir dieses auch scheint, so glaube ich doch bey dieser Untersuchung eine etwas ausführlichere Bearbeitung des Gegenstandes nicht scheuen zu dürfen, und indem ich mich lieber dem Vorwurfe einer ängstlichen Genauigkeit und übergrofsen Weitläuftigkeit, als der Oberflächlichkeit und man-

gelhaften Darstellung aussetzen will, so erlaube ich mir wenigstens die aus zwey Resultaten erhaltenen Werthe zu berechnen, neben einanderzustellen und unter sich zu vergleichen. Zuerst möge daher eine Berechnung der unmittelbar beobachteten und nicht modificirten Barometerstände unter dem Maximo der Dichtigkeit des Wasserdunstes hier einen Platz finden, und zur Erleichterung der Uebersicht diene die nachstehende

Tabellarische Uebersicht der Elasticitäten des Wasserdunstes unter dem Maximo der Dichtigkeit.

Vers.	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	50°
22	3,55	3,75	3,80	3,90	4,00	4,10	4,25	4,40	
25	—	—	—	6,25	—	7,00	—	7,50	
5	—	—	9,25	10,25	10,50	10,75	11,00	—	
10	—	—	—	10,30	11,00	11,50	12,00	12,25	
14	—	—	—	11,07	12,35	13,00	13,30	13,60	
4	—	—	—	11,75	12,75	13,50	13,75		
26	—	—	—	—	—	19,28	—	22,72	24,50
27	—	—	—	—	—	—	—	27,08	30,50
28	—	—	—	—	—	—	—	29,00	31,50

§. 28. Es ist sehr leicht aus dieser tabellarischen Uebersicht die einzelnen Gröfsen zu erhalten, woraus das Gesetz der Ausdehnung des Wasserdunstes für verschiedene Grade der Temperaturen und bey verschiedenen relativen Dichtigkeiten aufgefunden werden kann, wenn wir nach dem mariotteschen Gesetze bey gleichen Räumen die Elasticitäten den Ausdehnungen proportional setzen, und die Rechnung auf gleiche Weise anstellen, als in Vers. 24, wo das Gesetz der Ausdehnung für trockne

Luft gesucht wurde. Wenn wir also die dort gewählte Bezeichnung auch hier beybehalten, wonach t; t' und b; b' die verschiedenen Temperaturen und zugehörigen Barometerstände, d die Unterschiede, ε und ε' aber die Elasticitäten, folglich bey gleichen Räumen die Dichtigkeiten, ersteres für den Unterschied der beobachteten Temperaturen, lezteres für die beyden festen Punkte des Thermometers bezeichnen; so enthält die leztere Gröſse zugleich die Zunahme der Ausdehnung des Dunstes zwischen diesen beyden Punkten. Die einzelnen Versuche geben folgende Gröſsen, welche ausführlich berechnet sind, theils um die Fehlergrenze, theils den Einfluſs der gröſseren Entfernung von demjenigen Thermometergrade anschaulich zu machen, welcher dem Punkte der vollen Verdunstung zugehört.

Tabellarische Uebersicht der Ausdehnung des Wasserdunstes aus den Veränderungen des Barometerstandes berechnet.

Versuch 22.

Nro.	t.	b.	t'.	b'.	d	ε	ε'
1	5°	3,55	15°	3,80	0,25	0,070	0,560
2	10°	3,75	20°	3,90	0,15	0,040	0,320
3	15°	3,80	25°	4,00	0,20	0,052	0,419
4	20°	3,90	30°	4,10	0,20	0,051	0,408
5	25°	4,00	35°	4,25	0,25	0,062	0,496
6	30°	4,10	40°	4,40	0,30	0,073	0,584

Versuch 25.

1	20°	6,25	30°	7,00	0,75	0,120	0,960
2	30°	7,00	40°	7,50	0,50	0,035	0,568

Versuch. 5.

Nro.	t.	b.	t'.	b'.	d	ε	ε'
1	15°	9,25	25°	10,50	1,25	0,135	1,080
2	20°	10,25	30°	10,75	0,50	0,050	0,400
3	25	10,50	35°	11,00	0,50	0,048	0,384

Versuch 10.

1	20°	10,30	30°	11,50	1,20	0,116	0,928
2	25°	11,00	35°	12,00	1,00	0,090	0,727
3	30°	11,50	40°	12,25	0,75	0,065	0,520

Versuch 14.

1	20°	11,07	30°	13,00	1,93	0,174	1,392
2	25°	12,35	35°	13,30	0,95	0,076	0,608
3	30°	13,00	40°	13,60	0,60	0,046	0,368

Versuch 4.

1	20°	11,75	30°	13,50	1,75	0,148	1,184
2	25°	12,75	35°	13,75	1,00	0,078	0,624

Versuch 26.

1	30°	19,28	40°	22,72	3,44	0,178	1,424
2	40°	22,72	50°	24,50	1,78	0,078	0,624

Versuch 27.

1	40°	27,08	50°	30,50	3,42	0,126	1,008

Versuch 28.

1	40°	29,00	50°	31,50	2,50	0,086	0,688

§. 28. Aus den hier mitgetheilten Berechnungen geht meines Bedünkens vorzüglich bey ihrer genauen Uebereinstimmung mit den Re-

sultaten anderer Physiker ganz unverkennbar hervor, dafs das von Dalton und Gay-Lüssac aufgestellte Gesetz keineswegs in der Natur begründet ist, und ich freue mich durch Wegräumung eines folgenreichen Irrthums die Wissenschaft einen grofsen Schritt weiter gebracht zu haben. Wenn es aber etwa scheinen sollte, als wären die erzählten Versuche und darauf gegründeten Rechnungen zu einer solchen Behauptung unzulässig; so verweise ich auf den Verfolg der Untersuchungen, worin der Satz durch eigene und fremde eben so oft wiederholte, als genaue Beobachtungen eine hinlängliche Begründung erhalten wird. Wollen wir uns dagegen erlauben, aus den hier mitgetheilten ein allgemeines Naturgesetz zu abstrahiren; so ist im Allgemeinen unverkennbar, dafs die Körper in der Nähe derjenigen Temperaturen, bey denen sie eine Veränderung ihres Aggregatzustandes erleiden, keiner regelmäfsigen und gleichbleibenden Ausdehnung unterworfen sind, wie schon im 4ten Paragraphen behauptet ist. Eine specielle Berücksichtigung der erhaltenen Werthe berechtigt aber zu folgenden Schlüssen.

1mo. Die Ausdehnung des Wasserdunstes zunächst bey derjenigen Temperatur, wo er das Maximum seiner Dichtigkeit erhielt, oder wo seine Basis eine Veränderung ihres Aggregatzustandes erlitten hatte, ist viel stärker als diejenige, welche für trockne Luft aufgefunden ist, und würde zwischen den beyden festen Punkten des Thermometers etwas mehr als das ganze Volumen desselben betragen, wenn es möglich wäre ihn beständig in diesem gleichbleibenden Zustande zu erhalten. Da es aber

unmöglich ist, dafs dieses durch irgend einen Prozefs geschehen kann, indem vielmehr allezeit die gänzliche Veränderung seines Aggregatzustandes mit in die Beobachtung fallen würde; so hat dieser Gegenstand kein weiteres Interesse, als ein wissenschaftliches, wird aber aufserdem noch sehr merkwürdig in Hinsicht zu erörternder meteorologischer Prozesse, indem durch den Einflufs des in der Atmosphäre enthaltenen Dunstes die Luft durch Abkühlung und Niederschlag um so viel mehr an Elasticität verlieren mufs, je gröfser der Coefficient der Ausdehnung des expandirten Dunstes in der Nähe derjenigen Temperatur gefunden wird, wo er seinen Aggregatzustand verändert. Wie grofs dieser Coefficient nach meinen Versuchen und Rechnungen anzunehmen sey, ergiebt sich aus nachstehender Zusammenstellung der erhaltenen Zahlenwerthe.

Ver.	N.	Werth von e
5	1	1,080
10	1	0,928
14	1	1,392
4	1	1,184
26	1	1,424
27	1	1,008
	med. ar.	1,170

Dafs ich hierbey das Resultat des 28sten Vers. ganz weggelassen habe, wenn es sich gleich nicht sehr weit von der Wahrheit entfernt, ist leicht zu erklären, indem eine Beobachtung, welche unmittelbar an der Grenze liegt, bey solchen Bestimmungen überall unzulässig ist. Von den in Vers. 22. aufgefun-

denen Werthen kann ich aber gar keinen aufnehmen, weil es augenfällig ist, dafs die geringe Wassermenge durch die Erhöhung der Temperatur sehr bald in den Zustand der Expansion übergegangen war, und schneller eine Veränderung ihres Aggregatzustandes erlitten hatte, wenn anders die Beobachtung selbst keinem Fehler unterworfen ist. Auf allen Fall mufste sie wegen ihrer zu grofsen Abweichung von allen übrigen weggelassen werden. Eben dieses mufste mit der ersten Beobachtung im 25sten Versuche geschehen, weil hierbey die Berechnung von einem Thermometergrade ausgeht, welcher weit von demjenigen entfernt liegt, wobey der Punkt der vollen Verdunstung gefunden ist.

2do. Sobald der Wasserdunst sich um etwa 10° R. von derjenigen Temperatur entfernt, bey welcher er eine Veränderung seines Aggregatzustandes erlitten hat, wird der Coefficient seiner Ausdehnung verringert, und derselbe nähert sich mehr demjenigen, welcher für trockne Luft aufgefunden ist. Um den genäherten Werth für denselben zu finden dürfen wir blofs die hierhergehörigen berechneten Beobachtungen zusammenstellen. Diese sind folgende

Vers.	Nro.	Werth von ε′
22	1	0,560
25	1	0,960
5	2	0,400
10	2	0,727
14	2	0,608
4	2	0,624
26	2	0,624
	med. ar.	0,643

3o. Wenn der Wasserdunst sich über 10° und mehrere Grade von demjenigen Punkte entfernt, wo er eine Veränderung seines Aggregatzustandes erlitten hat; so kommt zwar das Gesetz seiner Ausdehnung für die steigenden Temperaturen demjenigen noch näher, welches für atmosphärische Luft aufgefunden ist, allein es wird demselben nie vollkommen gleich, indem der Coefficient für die Ausdehnung des Wasserdunstes zwischen den beyden festen Punkten der Thermometerscale immer größer bleibt, als für atmosphärische Luft, wenigstens so weit dieses aus meinen Versuchen gefolgert werden kann. Eine Zusammenstellung der erhaltenen Resultate der Berechnungen für die vom Maximo der Dichtigkeiten entfernter liegenden Grade wird dieses anschaulich machen.

Vers.	Nro.	Werth von ε′.
22	2	0,320
—	3	0,419
—	4	0,408
—	5	0,496
—	6	0,584
25	2	0,568
5	2	0,400
—	3	0,384
10	3	0,520
14	3	0,368
	med. ar.	0,4467

§. 29. Der hier im arithmetischen Mittel aus allen Versuchen erhaltene Coefficient ist etwas zu groß. Den Grund dieser Behauptung

kann ich blofs aus denjenigen Versuchen abstrahiren, welche ich später erzählen werde, und die mir eben so oft als sicher gezeigt haben, dafs die Elasticitäten für die höheren Grade der Temperatur allezeit etwas zu grofs gemessen werden. Welcher Grund diesen constanten Beobachtungsfehler hervorbringt, ist mir noch nicht völlig deutlich geworden, allein ich bin von seinem Einflusse auf das bestimmteste überzeugt. Dieser zeigt sich auch ganz unverkennbar in den Resultaten des 22sten Versuches, welcher unter allen mit gröfster Aufmerksamkeit angestellt ist, und daher bey der Berechnung ganz vorzüglich berücksichtigt werden mufs. Aufserdem darf aber noch ein constanter Fehler nicht übersehen werden, welchem alle diejenigen Beobachtungen unterworfen sind, die den Stand des Elasticitätsträgers für die äufsersten Temperaturen enthalten, denn da der Kitt diesen höheren Grad der Wärme eigentlich nicht gut aushielt; so mufste die Erhitzung schnell und etwas einseitig seyn, und eine Wiederholung war nicht wohl rathsam, auch konnten diese Beobachtungen durch andere für höhere Temperaturen nicht corrigirt werden. So sehr es daher ausgemacht ist, dafs durch eine gröfsere Zahl Beobachtungen die Fehler mehr verschwinden; so findet doch offenbar das Gegentheil statt, wenn man ihre Mangelhaftigkeit nachweisen kann. Hiernach würden daher nur folgende Beobachtungen in Rechnung kommen.

Vers.	Nro.	Werth von ε'
22	2	0,320
—	3	0,419
—	4	0,408
—	6	0,496
5	2	0,400
—	3	0,384
	med. ar.	0,4065

Angenommen, dafs durch diese Versuche und das aus denselben erhaltene arithmetische Mittel das Gesetz der Ausdehnung für Wasserdunst gefunden ist; so mufs die erhaltene Gröfse noch für die Ausdehnung des Glases corrigirt werden. Nach §. 11. wäre also die Ausdehnung des Wasserdunstes $= 1{,}4065\ (1 + 0{,}0025)$ $= 1{,}41001625$ das Volumen desselben unter dem Maximo seiner Dichtigkeit $= 1$ gesetzt, und der Coefficient der Ausdehnung desselben für die Wärmezunahme zwischen den beyden Punkten ist $= 0{,}41001625$.

Wenn wir also voraussetzen, dafs das Gesetz der Ausdehnung für trockne Luft und für Feuchtigkeit in meinen Versuchen genau gefunden, und dafs ferner die Ausdehnung einer Mischung aus beyden dem arithmetischen Mittel beyder gleich sey; so würde der Coefficient der Ausdehnung dem arithmetischen Mittel aus beyden, also $\frac{0{,}37556 + 0{,}41001625}{2} = 0{,}392788125$ mithin genau so grofs seyn, als H. P. Schmidt durch seine manometrischen Versuche gefunden hat (*).

(*) S. Hauf physiocrat. Briefwechsel. I. 1 ff.

§. 30. Gern gestehe ich, dafs ich nicht ohne Grund fürchte etwas Ueberflüssiges zu thun, wenn ich die Untersuchung der Ausdehnung des Wasserdunstes noch weiter verfolge, allein die oben angezeigten Gründe vermögen mich dennoch, dieselbe noch ein wenig fortzusetzen. Ich habe nämlich bey allen Versuchen, wenn ich die Elasticität des Dunstes mit der erforderlichen Genauigkeit messen konnte, die Ausdehnung der im Ballon gebliebenen Luft berechnet, und durch Subtraction des hierdurch erhaltenen Werthes die Elasticität des Dunstes für die verschiedenen Temperaturen gefunden. Auf gleiche Weise hat H. P. Schmidt schon früher (*) drey Reihen Versuche über die Ausdehnung der feuchten Luft angestellt und die getrennten Werthe der Elasticitäten für Luft und Dunst durch Rechnung nach der von ihm entwickelten Formel bestimmt. Dafs aber hierdurch auf keine Weise richtige Resultate erhalten werden können, indem die Voraussetzung, dafs die Elasticitäten einer Mischung von Luft und Dunst der Summe beyder zusammengenommen gleich sey, sicher unzulässig ist, glaube ich nach den in meinen Versuchen ohne alle Ausnahme erhaltenen Gröfsen mit Gewifsheit annehmen zu müssen, sobald ich die unverkennbare Genauigkeit der Versuche des H. P. Schmidt zur Bestimmung der Elasticität des Wasserdunstes nicht in Zweifel ziehe, wonach alle von mir für gleiche Temperaturen gefundenen Werthe zu klein seyn würden. Dessen ungeachtet aber will ich die Mühe nicht scheuen

(*) S. Gren. N. J. IV. 342.

auch die auf diese Weise erhaltenen Gröſsen zu berechnen, um so mehr, da die von mir in dieser Hinsicht aufgestellten und aus unzweydeutigen Erscheinungen gefolgerten Gesetze mit den bisher als gültig erkannten im Widerspruche stehen. Die Berechnung werde ich genau auf die nämliche Weise anstellen; als vorher geschehen ist, und mit Beybehaltung der dort gewählten Bezeichnung.

Tabellarische Uebersicht der Elasticität des Wasserdunstes in par. Linien, nach Abzug der Elasticität der zurückgebliebenen Luft.

Vs.	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	50°
22	2,26	2,44	2,46	2,53	2,60	2,67	2,79	2,91	
25	—	—	—	5,15	—	5,86	—	6,31	
5	—	—	6,43	7,37	7,55	7,73	7,92	—	
10	—	—	—	8,11	8,76	9,21	9,66	9,86	
14	—	—	—	9,97	11,23	11,86	12,13	12,41	
4	—	—	—	9,56	10,51	11,21	11,41	—	
26	—	—	—	—	—	18,71	—	22,12	23,88
27	—	—	—	—	—	—	—	25,89	29,26
28	—	—	—	—	—	—	—	27,81	30,26

Wenn wir die hier zusammengestellten Gröſsen ganz auf diejenige Weise berechnen, als vorher bey den nicht modificirten Barometerständen geschehen ist; so erhalten wir für die Ausdehnung des Dunstes folgende Werthe.

Versuch 22.

Nro.	t.	b.	t'.	b'.	d.	ε	ε'
1	5°	2,26	15°	2,46	0,20	0,088	0,708
2	10°	2,44	20°	2,53	0,09	0,036	0,295

Nro.	t.	b.	t'.	b'.	d.	ε	ε'
3	15°	2,46	25°	2,60	0,14	0,056	0,455
4	20°	2,53	30°	2,67	0,14	0,055	0,442
5	25°	2,60	35°	2,79	0,19	0,073	0,584
6	30°	2,67	40°	2,91	0,24	0,089	0,712

Versuch 25.

1	20°	5,15	30°	5,86	0,71	0,137	1,102
2	30°	5,86	40°	6,31	0,45	0,076	0,613

Versuch 5.

1	15°	6,43	25°	7,55	1,12	0,174	1,392
2	20°	7,37	30°	7,73	0,36	0,048	0,390
3	25°	7,55	35°	7,92	0,37	0,048	0,385

Versuch 10.

1	20°	8,11	30°	9,21	1,10	0,135	1,084
2	25°	8,76	35°	9,66	0,90	0,102	0,821
3	30°	9,21	40°	9,86	0,65	0,071	0,564

Versuch 14.

1	20°	9,97	30°	11,86	1,89	0,190	1,524
2	25°	11,23	35°	12,13	0,90	0,080	0,640
3	30°	11,86	40°	12,41	0,55	0,046	0,371

Versuch 4.

1	20°	9,56	30°	11,21	1,65	0,172	1,380
2	25°	10,51	35°	11,41	0,90	0,085	0,684

Versuch 26.

1	30°	18,71	40°	22,12	3,41	0,182	1,457
2	40°	22,12	50°	23,88	1,76	0,079	0,636

Versuch 27.

1	40°	25,89	50°	29,26	3,37	0,130	1,040

Versuch 28.

1	40°	27,81	50°	30,26	2,45	0,088	0,704

§. 31. Wenn aus diesen Resultaten das Gesetz der Ausdehnung für Wasserdunst auf die nämliche Weise gesucht wird, als im §. 28. für die dort erhaltenen Gröfsen; so giebt dieses folgende Werthe.

1mo. für diejenigen Grade, welche der Veränderung seines Aggregatzustandes am nächsten liegen.

Vers.	Nro.	Werth von ε'
5	1	1,392
10	1	1,084
14	1	1,524
4	1	1,380
26	1	1,457
27	1	1,313
	med. ar.	1,313

statt dessen voher 1,170 gefunden.

2do. Für die entfernteren

Vers.	Nro.	Werth von ε'
22	1	0,708
25	1	1,102
5	2	0,390
10	2	0,821
14	2	0,640
4	2	0,684
26	2	0,636
	med. ar.	0,711

statt dessen vorher 0,643 gefunden.

3°. Für die noch mehr entfernten

Vers.	Nro.	Werth von ε
22	2	0,295
—	3	0,455
—	4	0,442
—	5	0,584
—	6	0,712
25	2	0,613
5	2	0,390
—	3	0,385
10	3	0,564
14	3	0,371
	med. ar.	0,4811

statt dessen vorher 0,4467 gfunden ist.

Aus dieser Berechnung mufs durchaus ein zu grofses Resultat hervorgehen, weil die Barometerstände für die niedrigen Grade, und folglich die Divisoren dadurch zu klein geworden sind, dafs die für die Elasticität der Luft berechnete und abgezogene Gröfse hierbey einen zu kleinen Rest zurückgelassen haben. Da dieser Grund von selbst einleuchtet; so überhebe ich mich jeder weiteren Erörterung der Sache.

§. 32. Zum Beschlusse möge noch eine Untersuchung hier Platz finden, welche nicht ganz ohne wissenschaftliches Interesse ist. Es ist allerdings die Frage, ob das Gesetz der Ausdehnung, wie wir dasselbe für Wasserdunst aufgefunden haben, durch die Beymischung einer gröfseren Qantität atmosphärischer Luft modificirt wird oder nicht. Leider habe ich diese Aufgabe bey der Anstellung der Versuche nicht genügend berücksichtigt, weil ich mit andern Physikern den Glauben an die Richtigkeit des von Dalton und Gay-Lüssac auf-

gestellten Gesetzes einer gleichen Ausdehnung aller expansibeln Flüssigkeiten hegte, und ohnehin die Untersuchung der Elasticitäten des Wasserdunstes mir nicht eigentlich zum Ziele meiner Beobachtungen gesetzt hatte. In der That war ich von der Wahrheit jener Behauptung so vollkommen überzeugt, daſs ich die von mir gefundenen Resultate für Wasserdunst, wobey die Abweichung nicht sehr bedeutend ist, für fehlerhaft zu erklären entschlossen war, bis ich in der Folge durch unzweydeutige Thatsachen besser belehrt wurde. Eben jene frühere Ansicht veranlaſste mich, nur wenige Versuche in der Art anzustellen, daſs sie eine Vergleichung gestatten, welche aber dennoch dazu dienen mögen, die Frage, so weit als es möglich ist, etwas aufzuklären, und dieses sind die vier Versuche, in denen ich nach dem Zulassen einer geringen Quantität Luft die Elasticitäten nochmals beobachtet habe. Eine Vergleichung correspondirender Beobachtungen kann zeigen, ob die Verbindung mit einer gröſseren Quantität Luft das Gesetz der Ausdehnung für Wasserdunst verändert oder nicht. Folgende tabellarische Uebersicht enthält die zu berechnenden Gröſsen.

Tabellarische Uebersicht der Elasticität des Wasserdunstes in Verbindung mit einer gröſseren Quantität atmosphärischer Luft.

Vers.	15°	20°	25°	30°	35°	40°
25	—	17,75	—	19,00	—	20,00
5	18,75	20,00	21,00	21,75	22,50	—
4	—	18,75	19,75	20,50	21,00	
26	—	—	—	37,52	40,75	43,00

Aus diesen Beobachtungen erhalten wir folgende Werthe, wenn wir die Berechnung auf gleiche Weise, als vorher anstellen, und die dort gewählte Bezeichnung beybehalten.

Versuch 25.

Nro.	t.	b.	t'.	b'.	d.	ε	ε'
1	20°	17,75	30°	19,00	1,25	0,070	0,563
2	30°	19,00	40°	20,00	1,00	0,052	0,421

Versuch 5.

1	15°	18,75	25°	21,00	2,25	0,120	0,960
2	20°	20,00	30°	21,75	1,75	0,087	0,700
3	25°	21,00	35°	22,50	1,50	0,071	0,591

Versuch 4.

1	20°	18,75	30°	20,50	1,75	0,093	0,746
2	25°	19,75	55°	21,00	1,25	0,063	0,505

Versuch 26.

1	30°	37,52	40°	40,75	3,13	0,083	0,664
2	40°	40,75	50°	43,00	2,25	0,055	0,441

§. 33. Um die Gesetze der Ausdehnung des Dunstes für sich allein und in Verbindung mit einer gröſseren Menge atmosphärischer Luft genau vergleichen zu können bedarf es nichts weiter, als daſs eine gleiche Anzahl zusammengehöriger Werthe aus den hier berechneten und aus denjenigen genommen werde, welche im 28sten §. zusammengestellt sind, und daſs alsdann die Resultate aus beyden

zur Bestimmung des Gesetzes der Ausdehnung dienen. Hiernach erhalten wir

1mo. Für die Ausdehnung des Wasserdunstes zunächst bey derjenigen Temperatur, wo er seinen Aggregatzustand ändert.

a) in Verbind. t. at. Luft			b) ohne Verbind. t. at. Luft
Vers.	N.	Werth von ε	Wert von ε
5	1	0,960	1,080
4	1	0,746	1,184
26	1	0,664	1,424
	med. ar.	0,790	med. ar. 1,229

2do. Für die Ausdehnung des Wasserdunstes in gröſserer Entfernung von derjenigen Temperatur, bey welcher sein Aggregatzustand verändert wird.

a) In Verbind. t. at. Luft			b) ohne Verbind. t. at. Luft
Vers.	N.	Werth von ε	Werth von ε
25	1	0,563	0,960
5	2	0,700	0,400
4	2	0,505	0,624
26	2	0,441	0,624
	med. ar.	0,5525	med. ar. 0,6520

3o. Für die Ausdehnung des Wasserdunstes in noch gröſserer Entfernung von derjenigen Temperatur, wobey er seinen Aggregatzustand ändert.

a) In Verbind. t. at. Luft			b) ohne Verbind. t. at. Luft
Vers.	N.	Werth von ε	Werth von ε
5	3	0,591	0,384

Es leidet keinen Zweifel, daſs die hier verglichenen Beobachtungen keineswegs hinreichend sind, um das fragliche Gesetz mit

Sicherheit zu begründen, vorzüglich in Beziehung auf Nro. 3, wo nur eine einzige Beobachtung verglichen werden kann, und daher ein Resultat erscheint, welches zuverlässig mit den bestehenden Naturgesetzen ganz unverträglich ist, nämlich dafs die Ausdehnung des Wasserdunstes für sich geringer ist, als in Verbindung mit atmosphärischer Luft, mithin im directen Widerspruche mit der früher im 29sten §. erwiesenen Behauptung steht. Abgesehen hiervon, wo der Beobachtungsfehler von selbst einleuchtet, geht aus der Zusammenstellung dieser Resultate unverkennbar hervor, dafs der Cefficient der Ausdehnung für Wasserdunst durch die Verbindung desselben mit atmosphärischer Luft allerdings geringer wird, dafs aber diese Verringerung um so mehr verschwindet, jemehr die Gesetze der Ausdehnung für Wasserdunst und Luft einander gleich werden. Dieses folgt auch so natürlich aus der Sache selbst, dafs jede weitere Erklärung sicher überflüssig seyn würde. Hierin aber liegt der Grund der von Dalton und Gay-Lüssac aufgestellten Behauptung einer völligen Gleichheit der Ausdehnung aller expansibelen Flüssigkeiten, indem die untersuchten Luftmengen nicht mehr Wasserdunst enthielten, als bey 0° der Temperatur noch völlig expandirt erhalten werden konnte, weswegen der Einflufs seiner von der Luft verschiedenen Ausdehnung eine unmerkliche Gröfse wurde, und sich ihrer Beobachtung entzog. Aber auch die sehr grofsen und für die verschiedenen Temperaturen ganz ungleichen Resultate, welche aus den Beobachtungen anderer Physiker gefolgert sind, deren

Glaubwürdigkeit so wenig als ihre Geschicklichkeit im Experimentiren sonst keinem Zweifel unterliegen, finden hierin eine Erklärung, indem die Ausdehnung der untersuchten feuchteren Luft durch den beygemischten Wasserdunst bey den verschiedenen Temperaturen, welche diesen der Veränderung seines Aggregatzustandes näher brachten oder weiter davon entfernten, nothwendig auf eine verschiedene Art modificirt werden mufste.

§. 34. Wie geringe auch immer der Werth ist, welchen ich den bisher mitgetheilten Beobachtungen und Rechnungen über den Wasserdunst beylegen zu dürfen mich für berechtigt halte; so stehen doch dieselben unter sich in einem so genauen Zusammenhange, und zeigen mit den vorzüglichsten Resultaten früherer Arbeiten eine so auffallende Uebereinstimmung, dafs ich kaum umhin kann zu glauben, hierin endlich ein genügendes Gesetz über das Verhalten des Wasserdunstes aufgefunden zu haben. In dieser Ueberzeugung, und des unverkennbaren practischen Nutzens wegen, habe ich mir die Mühe gegeben, für alle die in Betrachtung kommenden Grade der Temperatur nach dem bestimmten Werthe von $\frac{1}{v}$ die nachstehende Tabelle zu berechnen, worin die Elasticität und Dichtigkeit des Wasserdunstes sowohl mit dem Wasser als mit der Luft verglichen ist. Die Uebersicht der berechneten Werthe giebt zu manchen interessanten Bemerkungen Veranlassung, und so wenig es zu erwarten steht, dafs eine so weit-

läuftige Rechnung, für welche gewifs mehr als 40000 Ziffern geschrieben und weit über 1000 Logarithmen aufgeschlagen sind, ganz frey von Rechnungsfehlern seyn sollte; so ist dieses doch wirklich der Fall, weil alle früher vorgekommenen später durch die gehörige Aufmerksamkeit auf die regelmäfsige Zunahme der berechneten Werthe corrigirt sind.

Temperatur in Graden nach R.	Elasticität des Wasserdunstes in pariser Zollen	Dichtigkeit des Wasserdunstes	Dichtigkeit der atmosphärischen Luft	Dichtigkeit des Wasserdunstes gegen Luft unter einem Drucke von 28″ Queeks.	Dichtigkeit der Luft unter dem Drucke des Wasserdunstes.	Dichtigkeit des Wasserd. gegen Luft bey gleich. Temp. und Drucke
		gegen Wasser bey seiner größten Dichtigkeit				
— 30	0,0118	0,000000420	0,001520	0,000276	0,0000006415	0,6543
— 29	0,0132	0,000000467	0,001511	0,000309	0,0000007130	0,6544
— 28	0,0147	0,000000518	0,001503	0,000345	0,0000007919	0,6545
— 27	0,0165	0,000000575	0,001494	0,000385	0,0000008783	0,6546
— 26	0,0183	0,000000637	0,001486	0,000429	0,0000009732	0,6547
— 25	0,0199	0,000000689	0,001478	0,000466	0,000001052	0,6548
— 24	0,0222	0,000000762	0,001470	0,000519	0,000001163	0,6549
— 23	0,0246	0,000000842	0,001463	0,000576	0,000001285	0,6550
— 22	0,0279	0,000000951	0,001454	0,000654	0,000001451	0,6551
— 21	0,0310	0,00000105	0,001447	0,000724	0,000001599	0,6552
— 20	0,0345	0,00000115	0,001438	0,000802	0,000001760	0,6553
— 19	0,0370	0,00000124	0,001431	0,000869	0,000001892	0,6554

— 18	0,0419	0,00000146	0,001424	0,000980	0,000002128	0,6555
— 17	0,0462	0,00000153	0,001416	0,001081	0,000002336	0,6556
— 16	0,0509	0,00000168	0,001408	0,001193	0,000002562	0,6557
— 15	0,0561	0,00000184	0,001402	0,001314	0,000002807	0,6558
— 14	0,0617	0,00000201	0,001394	0,001446	0,000003073	0,6559
— 13	0,0679	0,00000220	0,001387	0,001590	0,000003361	0,6560
— 12	0,0746	0,00000241	0,001380	0,001746	0,000003672	0,6561
— 11	0,0818	0,00000263	0,001372	0,001917	0,000004009	0,6562
— 10	0,0897	0,00000287	0,001366	0,002102	0,000004375	0,6563
— 9	0,0982	0,00000314	0,001359	0,002314	0,000004767	0,6564
— 8	0,108	0,00000344	0,001353	0,002546	0,000005192	0,6565
— 7	0,118	0,00000376	0,001345	0,002798	0,000005650	0,6566
— 6	0,128	0,00000411	0,001339	0,003072	0,000006143	0,6567
— 5	0,140	0,00000438	0,001332	0,003290	0,000006672	0,6568
— 4	0,153	0,00000476	0,001326	0,003590	0,000007243	0,6569
— 3	0,167	0,00000516	0,001319	0,003913	0,000007855	0,6570
— 2	0,181	0,00000559	0,001312	0,004259	0,000008508	0,6571

Temperatur	Elasticität des Wasserdunstes in pariser Zollen	Dichtigkeit des Wasserdunstes gegen Wasser bey seiner größten Dichtigkeit	Dichtigkeit der atmosphärischen Luft gegen Wasser bey seiner größten Dichtigkeit	Dichtigkeit des Wasserdunstes gegen Luft unter einem Drucke von 28″ Quecks.	Dichtigkeit der Luft unter dem Drucke des Wasserdunstes	Dichtigkeit des Wasserd. gegen Luft bey gleich. Temp. und Drucke
— 1	0,198	0,00000606	0,001306	0,004614	0,000009220	0,6572
0	0,214	0,00000656	0,001300	0,005045	0,000009978	0,6573
1	0,233	0,00000709	0,001294	0,005482	0,00001079	0,6573
2	0,253	0,00000766	0,001287	0,005953	0,00001165	0,6574
3	0,275	0,00000828	0,001281	0,006460	0,00001259	0,6575
4	0,299	0,00000894	0,001275	0,007005	0,00001359	0,6576
5	0,323	0,00000963	0,001269	0,007417	0,00001464	0,6576
6	0,349	0,0000103	0,001263	0,008187	0,00001572	0,6577
7	0,379	0,0000112	0,001258	0,008871	0,00001700	0,6578
8	0,410	0,0000120	0,001252	0,009614	0,00001829	0,6579
9	0,442	0,0000129	0,001246	0,01039	0,00001966	0,6580
10	0,478	0,0000139	0,001240	0,01121	0,00002114	0,6580

11	0,515	0,0000149	0,001235	0,01210	0,00002270	0,6581
12	0,555	0,0000160	0,001229	0,01305	0,00002436	0,6582
13	0,598	0,0000172	0,001223	0,01407	0,00002613	0,6583
14	0,644	0,0000184	0,001218	0,01514	0,00002802	0,6583
15	0,693	0,0000199	0,001212	0,01630	0,00003001	0,6584
16	0,746	0,0000212	0,001207	0,01753	0,00003213	0,6585
17	0,801	0,0000226	0,001201	0,01885	0,00003439	0,6586
18	0,860	0,0000242	0,001196	0,02025	0,00003677	0,6586
19	0,924	0,0000259	0,001191	0,02174	0,00003930	0,6587
20	0,991	0,0000276	0,001185	0,02333	0,00004198	0,6588
21	1,063	0,0000295	0,001180	0,02502	0,00004483	0,6588
22	1,139	0,0000315	0,001175	0,02681	0,00004728	0,6589
23	1,220	0,0000336	0,001170	0,02872	0,00005102	0,6590
24	1,306	0,0000358	0,001165	0,03075	0,00005436	0,6590
25	1,397	0,0000382	0,001160	0,03290	0,00005792	0,6591
26	1,494	0,0000406	0,001155	0,03518	0,00006165	0,6592
27	1,597	0,0000433	0,001150	0,03761	0,00006560	0,6592

Temperatur	Elasticität des Wasserdunstes in pariser Zollen	Dichtigkeit des Wasserdunstes gegen Wasser bey seiner größten Dichtigkeit	Dichtigkeit der atmosphärischen Luft gegen Wasser bey seiner größten Dichtigkeit	Dichtigkeit des Wasserdunstes gegen Luft unter einem Drucke von 28″ Quecks.	Dichtigkeit der Luft unter dem Drucke des Wasserdunstes	Dichtigkeit des Wasserd. gegen Luft bey gleich. Temp. und Drucke
28	1,706	0,0000460	0,001145	0,04016	0,00006978	0,6593
29	1,821	0,0000489	0,001140	0,04289	0,00007418	0,6593
30	1,943	0,0000519	0,001136	0,04576	0,00007882	0,6594
31	2,072	0,0000552	0,001131	0,04881	0,00008370	0,6595
32	2,208	0,0000586	0,001126	0,05204	0,00008884	0,6596
33	2,353	0,0000620	0,001121	0,05545	0,00009425	0,6597
34	2,505	0,0000659	0,001117	0,05905	0,00009995	0,6597
35	2,667	0,0000699	0,001112	0,06285	0,0001060	0,6598
36	2,837	0,0000740	0,001108	0,06687	0,0001123	0,6598
37	3,017	0,0000784	0,001103	0,07111	0,0001189	0,6599
38	3,206	0,0000850	0,001098	0,07734	0,0001287	0,6599
39	3,406	0,0000879	0,001095	0,08030	0,0001301	0,6600

40	3,616	0,0000929	0,001090	0,08527	0,0001407	0,6601
41	3,838	0,0000982	0,001085	0,09050	0,0001488	0,6601
42	4,072	0,0001038	0,001081	0,09602	0,0001572	0,6602
43	4,318	0,0001096	0,001077	0,1018	0,0001660	0,6602
44	4,576	0,0001157	0,001072	0,1079	0,0001753	0,6603
45	4,848	0,0001221	0,001068	0,1143	0,0001850	0,6603
46	5,134	0,0001288	0,001064	0,1211	0,0001951	0,6604
47	5,435	0,0001358	0,001060	0,1282	0,0002057	0,6605
48	5,751	0,0001432	0,001056	0,1357	0,0002169	0,6605
49	6,083	0,0001509	0,001051	0,1435	0,0002284	0,6606
50	6,430	0,0001589	0,001047	0,1518	0,0002406	0,6607
51	6,796	0,0001673	0,001043	0,1604	0,0002532	0,6607
52	7,179	0,0001761	0,001039	0,1694	0,0002665	0,6608
53	7,580	0,0001852	0,001035	0,1789	0,0002803	0,6608
54	8,001	0,0001948	0,001031	0,1888	0,0002947	0,6608
55	8,442	0,0002047	0,001027	0,1993	0,0003098	0,6609
56	8,904	0,0002151	0,001023	0,2102	0,0003255	0,6610

Temperatur in Graden nach R.	Elasticität des Wasserdunstes in pariser Zollen	Dichtigkeit des Wasserdunstes gegen Wasser bey seiner gröſsten Dichtigkeit	Dichtigkeit der atmosphärischen Luft gegen Wasser bey seiner gröſsten Dichtigkeit	Dichtigkeit des Wasserdunstes gegen Luft unter einem Drucke von 28″ Quecks.	Dichtigkeit der Luft unter dem Drucke des Wasserdunstes.	Dichtigkeit des Wasserd. gegen Luft bey gleich. Temp. und Drucke
57	9,390	0,0002260	0,001020	0,2217	0,0003419	0,6610
58	9,893	0,0002368	0,001016	0,2331	0,0003590	0,6610
59	10,424	0,0002491	0,001012	0,2462	0,0003768	0,6611
60	10,978	0,0002614	0,001008	0,2592	0,0003953	0,6612
61	11,556	0,0002742	0,001004	0,2735	0,0004146	0,6612
62	12,161	0,0002874	0,001000	0,2872	0,0004347	0,6613
63	12,794	0,0003013	0,000997	0,3022	0,0004556	0,6613
64	13,453	0,0003157	0,000993	0,3178	0,0004774	0,6614
65	14,144	0,0003307	0,000990	0,3341	0,0005000	0,6614
66	14,863	0,0003463	0,000986	0,3511	0,0005235	0,6615
67	15,615	0,0003625	0,000983	0,3688	0,0005479	0,6615
68	16,397	0,0003793	0,000979	0,3875	0,0005732	0,6616

69	17,2 5	0,0003968	0,000975	0,4068	0,0005997	0,6616
70	18,067	0,0004150	0,000972	0,4270	0,0006271	0,6617
71	18,955	0,0004338	0,000968	0,4480	0,0006556	0,6617
72	19,880	0,0004534	0,000965	0,4699	0,0006851	0,6618
73	20,843	0,0004737	0,000961	0,4927	0,0007157	0,6618
74	21,846	0,0004948	0,000958	0,5164	0,0007475	0,6619
75	22,890	0,0005166	0,000955	0,5411	0,0007804	0,6619
76	23,997	0,0005393	0,000951	0,5669	0,0008146	0,6619
77	25,107	0,0005628	0,000948	0,5937	0,0008500	0,6620
78	26,283	0,0005871	0,000945	0,6215	0,0008867	0,6620
79	27,530	0,0006128	0,000941	0,6510	0,0009256	0,6621
80	28,776	0,0006383	0,000938	0,6805	0,0009639	0,6622
81	30,097	0,0006654	0,000935	0,7117	0,001005	0,6622
82	31,470	0,0006934	0,000932	0,7444	0,001046	0,6622
83	32,894	0,0007223	0,000928	0,7781	0,001090	0,6623
84	34,373	0,0007523	0,000925	0,8131	0,001136	0,6623
85	35,909	0,0007832	0,000922	0,8495	0,001182	0,6624

Temperatur	Elasticität des Wasserdunstes in pariser Zollen	Dichtigkeit des Wasserdunstes gegen Wasser bey seiner gröſsten Dichtigkeit.	Dichtigkeit der atmosphärischen Luft gegen Wasser bey seiner gröſsten Dichtigkeit.	Dichtigkeit des Wasserdunstes gegen Luft unter einem Drucke von 28″ Quecks.	Dichtigkeit der Luft unter dem Drucke des Wasserdunstes	Dichtigkeit des Wasserd. gegen Luft bey gleich. Temp. und Drucke
86	37,503	0,0008153	0,000919	0,8873	0,001231	0,6624
87	39,157	0,0008484	0,000916	0,9265	0,001280	0,6624
88	40,873	0,0008826	0,000913	0,9671	0,001332	0,6625
89	42,652	0,0009180	0,000910	1,0100	0,001385	0,6625
90	44,496	0,0009545	0,000907	1,0527	0,001440	0,6625
91	46,480	0,0009923	0,000904	1,0983	0,001497	0,6626
92	48,390	0,0010312	0,000901	1,1452	0,001556	0,6626
93	50,442	0,0010714	0,000898	1,1939	0,001616	0,6627
94	52,562	0,0011128	0,000895	1,2441	0,001679	0,6627
95	54,770	0,0011558	0,000892	1,2965	0,001744	0,6628
96	57,048	0,0012000	0,000889	1,3648	0,001810	0,6628
97	59,460	0,0012432	0,000886	1,4064	0,001879	0,6628

98	61,846	0,0012926	0,000883	1,4609	0,001950	0,6629
99	64,373	0,0013412	0,000880	1,5242	0,002023	0,6629
100	66,984	0,0013910	0,000877	1,5861	0,002098	0,6630
105	81,430	0,0016644	0,000863	1,9287	0,002509	0,6632
110	98,415	0,0019805	0,000849	2,3316	0,002986	0,6633
115	118,28	0,0023441	0,000836	2,8031	0,003533	0,6635
120	141,42	0,0027605	0,000823	3,3525	0,004159	0,6637
125	168,22	0,0032351	0,000811	3,9888	0,004872	0,6639
130	199,14	0,0037738	0,000799	4,7231	0,005682	0,6640
135	234,64	0,0043770	0,000787	5,5665	0,006598	0,6642
140	275,26	0,0050685	0,000776	6,5314	0,007628	0,6643
145	321,54	0,0058380	0,000765	7,6310	0,008785	0,6645
150	374,05	0,0066978	0,000754	8,8797	0,01007	0,6647
160	500,36	0,0087195	0,000734	11,883	0,01311	0,6649
170	659,71	0,0111960	0,000714	15,674	0,01682	0,6653
180	858,21	0,0141943	0,000696	20,397	0,02133	0,6654
190	1002,6	0,0177848	0,000678	26,217	0,02671	0,6657

Temperatur	Elasticität des Wasserdunstes in pariser Zollen	Dichtigkeit des Wasserdunstes gegen Wasser bey seiner größten Dichtigkeit	Dichtigkeit der atmosphärischen Luft gegen Wasser bey seiner größten Dichtigkeit	Dichtigkeit des Wasserdunstes gegen Luft unter einem Drucke von 28″ Quecks.	Dichtigkeit der Luft unter dem Drucke des Wasserdunstes	Dichtigkeit des Wasserd. gegen Luft bey gleich. Temp. und Drucke.
200	1400,7	0,0220443	0,000662	33,315	0,03311	0,6658
210	1759,7	0,0270414	0,000646	41,868	0,04059	0,6661
220	2189,2	0,0328636	0,000631	52,104	0,04931	0,6664
230	2698,1	0,0395892	0,000616	64,235	0,05939	0,6665
240	3296,5	0,0473010	0,000603	78,501	0,07094	0,6667
250	3994,8	0,0560820	0,000589	95,158	0,08409	0,6668
260	4803,9	0,0660160	0,000577	114,46	0,09895	0,6671
270	5735,5	0,0771868	0,000565	136,70	0,1157	0,6673
280	6801,6	0,0896774	0,000553	162,06	0,1343	0,6675
290	8140,6	0,1035675	0,000542	191,10	0,1550	0,6677
300	9387,3	0,1189442	0,000531	223,87	0,1781	0,6679
320	12665,0	0,1544537	0,000511	302,18	0,2312	0,6680

340	16744	0,1968960	0,000492	399,65	0,2945	0,6683
360	21737	0,2465752	0,000475	518,98	0,3688	0,6685
380	27126	0,2973339	0,000459	647,89	0,4446	0,6687
400	34925	0,3703220	0,000444	834,43	0,5535	0,6689

4. *Dichtigkeit des Alcoholdunstes.*

§. 35. Nur wenige Versuche habe ich mir erlaubt zur Erforschung der Gesetze des Alcoholdunstes anzustellen, und ich gestehe, daſs ich mich in einiger Verlegenheit befinden würde, wenn ich aus den erhaltenen Resultaten ein allgemeines Gesetz der Dichtigkeit und Elasticität für denselben auffinden sollte. Die sehr genaue Uebereinstimmung aber, welche die Versuche und die Rechnung nach der Mayerschen Formel für Wasserdunst geben, richtete meine Aufmerksamkeit sogleich auf die leztere, und erzeugte den Wunsch, sie auf Alcoholdunst gleichfalls anwenden zu können. Dieses ist keineswegs gegen die Natur der Sache, vielmehr muſs dieselbe auf alle Arten des Dunstes passen, wenn das Verhalten derselben allgemeinen Gesetzen folgt. Die Elasticitäten werden nämlich als Functionen der Dichtigkeiten angesehen, welche den jedesmaligen Wärmegraden proportional sind, und dieses Gesetz muſs auf alle Arten Dunst angewandt werden

können, wenn nur der numerische Werth der beständigen Gröſsen in der Formel abgeändert wird, welche aus genauen Versuchen zu entlehnen sind. Es wird hierbey nicht überflüssig seyn, um das Nachschlagen der Abhandlung zu ersparen, einen Theil der Rechnung herzusetzen, wobey ich die Bezeichnung des Verfassers unverändert beybehalte. Es ist also nach p. 31. §. 39. der Abhandlung

$\varepsilon = \frac{\mu\alpha}{213}(213 + t)\, e^{\frac{-213\gamma}{213+t}}$ also nach Logarithmen $\log. \varepsilon = \log. \frac{\mu\alpha}{213} + \log. (213 + t)$

$- \frac{213\gamma}{213+t} \log. e.$

und wenn die beständigen Logarithmen, $\log. \frac{\mu\alpha}{213}$ und $213\,\gamma \log. e$ durch B und C ausgedrückt werden; so ist

$$\log. \varepsilon = B + \log. (213 + t) - \frac{C}{213 + t}$$

eine allgemeine Formel für die Dünste der Flüssigkeiten.

§. 40. Um hierin B und C für jede Art Dunst zu bestimmen, müssen zwey Beobachtungen genommen werden, wodurch $\log. \varepsilon$ für die, einer gewissen Temperatur $= t$ zugehörige Elasticität und $\log. \varepsilon'$ für eine andere Temperatur $= t'$ bekannte Gröſsen werden, und indem von der hierfür gebildeten neuen Gleichung

$$\log. \varepsilon' = B + \log. (213 + t') - \frac{C}{213 + t'}$$

die vorige abgezogen wird, erhält man

$$C = \frac{[(\log. \varepsilon' + \log. (213 + t)) - (\log. \varepsilon + \log. (213 + t'))]}{t' - t.} \times (213 + t)\,(213 + t')$$

und nach dem gefundenen Werthe für C wird

$$B = \log. \varepsilon' - \log. (213 + t') + \frac{C}{213 + t'}$$

§. 36. Es ist hiernach etwas Leichtes, diese Formel eben so für Alcoholdunst brauchbar zu machen, als dieses in der Abhandlung selbst für Wasserdunst geschehen ist, aber ich muſs hierzu aus fremden Beobachtungen zwey hinlänglich weit von einander liegende Werthe für die Temperaturen und die ihnen zugehörigen Elasticitäten wählen, weil meine eigenen für diesen Zweck nicht weit genug reichen. Hierzu scheinen mir vor allen andern diejenigen geeignet, welche H. P. Schmidt (*) durch seine Versuche gefunden hat, theils weil diese bey der bekannten Geschicklichkeit desselben im Experimentiren groſse Autorität haben, theils weil die Versuche des nämlichen Physikers von H. H. Mayer bey dieser Formel für Wasserdunst benutzt sind. Unter allen wähle ich am liebsten für $t = 10^\circ$ und $t' = 65^\circ$ die zugehörigen Elasticitäten, weil die erstere mit der von mir gefundenen völlig übereinstimmt, und die leztere noch ganz innerhalb der Grenzen sehr genauer Beobachtungen, zugleich aber von der ersteren weit genug entfernt liegt, um bey der Berechnung der Formel mit Sicherheit benutzt zu werden. Setzen wir also

(*) S. Handb. d. Naturl. p. 296.

für $t = 10^\circ$ $\varepsilon = 0'',800$
für $t' = 65^\circ$ $\varepsilon' = 30,030$ so ist hiernach

$$\log. \varepsilon' = \log. 30,030 = = 1,4775553$$
$$\log. (213+t) = \log. 223 = = 2,3483049$$
$$f = 3,8258602$$
$$\log. \varepsilon = \log. 0,800 = = 0,9030900 - 1$$
$$\log. (213+t') = \log. 278 = = 2,4440448$$
$$g = 2,3471348$$
$$\log. (f - g) = \log. 1,4787254 = = 0,1698875$$
$$\log. (213+t) = \log. 223 = = = 2,3483049$$
$$\log. (213+t') = \log. 278 = = = 2,4440448$$
$$\text{comp. ar. } \log. (t' - t) = = 0,2596372 - 2$$
$$\log. C = = 3,2218744$$

giebt $C = 1666,7$ und hiernach den Werth für B gesucht, ist

$$\log. \varepsilon' = = 1,4775553$$
$$- \log. (213+t') = = 2,4440448$$
$$0,0335105 - 1$$
$$+ \frac{C}{(213+t')} = = = 5,9955590$$
$$\text{also } B = 5,0290695$$

wonach die Formel für die Expansion des Alcoholdunstes

$$\log. \varepsilon = 5,0290695 + \log. (213+t) - \frac{1666,7}{(213+t)}$$

§. 37. Eine vorläufige oberflächliche Prüfung überzeugte mich, dafs die nach dieser Formel berechneten Werthe für die Elasticitäten denjenigen nahe genug kommen, welche durch Versuche gefunden sind, und ohne mich daher hierbey aufzuhalten, will ich versuchen, das Gesetz der Dichtigkeiten für Alcoholdunst nach meinen Versuchen zu finden. Es darf

kaum erwähnt werden, daſs auch für Alcoholdunst die Dichtigkeit $= \delta = \frac{1}{v} \frac{\varepsilon}{213 + t}$ ist, und daſs daher hierin gleichfalls der Werth von $\frac{1}{v}$ gefunden werden muſs, welcher aus den Versuchen durch den gegebenen Werth für δ aus der Gleichung $\frac{1}{v} = \frac{\delta . 213 + t}{\varepsilon}$ bestimmt werden kann. Aus den vier Versuchen habe ich nach dieser Formel folgende Werthe erhalten, die ich zur bequemen Uebersicht nebeneinander stelle.

Vers.	t	ε	$\frac{1}{v}$	δ
13	16°,5	1,3404	0,015738	0,000091921 . . .
12	9°,0	0,7370	0,016982	0,000053060 . . .
15	3°,0	0,4436	0,015889	0,000032633 . . .
11	8°,0	0,6785	0,015417	0,000047330

§. 38. Drey von diesen Beobachtungen, nämlich von Vers. 12; 13 und 15 geben so genaue Resultate, als sich immer erwarten läſst, und die Abweichungen sind geringer, als sie bey der Aufsuchung des Werthes für $\frac{1}{v}$ bey Wasserdunst waren. Die Ursache dieser gröſseren Uebereinstimmung liegt darin, daſs sich der Punkt der vollen Verdunstung bey Alcohol ungleich leichter auffinden läſst, als bey Wasser, und daſs die verschiedenen beobachteten Temperaturen nicht so weit von einander liegen, als dort der Fall war. Auffallend bleibt es aber, daſs auch hierbey die

Beobachtung für die höchste Temperatur den kleinsten Werth für $\frac{1}{v}$ giebt, obwohl der Unterschied nicht so grofs ist, dafs man ihn nicht vollkommen aus den erwähnten Gründen erklären könnte.

Hierbey ist das Resultat des 11ten Versuches nicht berücksichtigt, welches merklich kleiner, als die übrigen, und vorzüglich mit dem in Vers. 12 genau gefundenen Werthe für $\frac{1}{v}$ nicht wohl vereinbar ist. Allein es lassen sich zur Erklärung dieser Abweichung zwey Umstände anführen, deren jeder einzeln genügende Auskunft zu geben vermag. Zuerst ist nicht zu übersehen, dafs gerade in diesem Versuche das Vacuum nur sehr wenig genau war, indem eine Barometerhöhe von mehr als zwey Linien notirt ist. Nehmen wir also an, dafs eine diesem Stande proportionale Menge nicht völlig trockner Luft im Ballon geblieben sey, so reichte diese hin, den Punkt der vollen Verdunstung um etwa einen Grad weiter hinaufzurücken. Auf der andern Seite aber habe ich mich längstens dahin erklärt, dafs ich bei den Versuchen mit Wasserdunst für die Genauigkeit der Beobachtung nur innerhalb der Grenzen von einem bis zwey Graden einstehen kann, und wirklich würden auch dort einer solchen Fehlergrenze entsprechende Differenzen in gröfserer Menge vorkommen, wenn sie nicht wie die Erzählung angiebt, durch die verschiedene Modificirung der Versuche selbst verbessert wären.

Bey Alcoholdunst ist die Fehlergrenze viel geringer, und beträgt sicher keinen Grad des Thermometers, ja ich glaube versichert zu seyn, sie auf 0°,5 mit vollkommener Sicherheit zurückbringen zu können, und dessen bedarf es nicht, um das Resultat des 11ten Versuches noch über die andern hinauszurükken. Denn wenn ich statt der beobachteten 8° nur 7°,5 substituire, so wird das Resultat

t	ε	$\frac{1}{v}$	δ
7°,5	0,6508	0,0160362 . .	0,000047330 . . .

also gröſser als eins der übrigen. Da nun aus den beyden erwähnten Gründen diese Beobachtung unsicher wird, die drey übrigen aber sehr genau unter einander übereinstimmen; so liegt es in der Natur der Sache, daſs der Werth von $\frac{1}{v}$ nach denselben allein bestimmt werden muſs. Das arithmetische Mittel aus diesen drey Beobachtungen giebt den Werth von $\frac{1}{v}$ für Alcoholdunst = 0,01587 und dessen Logarithmen = 0,2005635 — 2. Weil aber hierbey die nämlichen Rücksichten statt finden, welche oben für Wasserdunst nachgewiesen sind; nämlich daſs die Dichtigkeit des Dunstes leichter zu klein als zu groſs gefunden wird, bey der Berechnung aber das Maximum derjenigen Dichtigkeit bestimmt werden soll, welches bey einer gegebenen Temperatur statt finden kann; so glaube ich die Wahrheit völ-

lig zu erreichen, wenn ich die für $\frac{1}{v}$ gefundene Gröfse auf 0,016 erhöhe, dessen Logar. = 0,2041200 — 2 ist. Diesen werde ich also bey den sämtlichen nachfolgenden Berechnungen, so wie bey der am Ende angehängten Tabelle benutzen.

§. 39. Jezt erfordert es der Fortgang einer genauen Untersuchung, dafs eine Vergleichung der gefundenen Resultate mit denjenigen angestellt werde, welche andere Physiker erhalten haben. Hierher gehören vorzüglich zwey Angaben des H. P. Schmidt (*) welche die Dichtigkeit des Alcoholdunstes bey 63°,5 auf 0,00162 und bey 17°,5 auf 0,0001123 setzen, die Dichtigkeit des Wassers im Maximo als Einheit angenommen. Die Genauigkeit dieser Angaben kann ich nicht weiter prüfen, da mir die Art, wie sie gefunden sind, unbekannt ist, allein die erstere gründet sich ohne Zweifel auf ganz gleiche Versuche, als diejenigen sind, wodurch die Dichtigkeit des Wasserdunstes bey der Siedehitze gefunden wurde (**), und wodurch sehr genäherte Werthe erhalten werden können. Die leztere aber ist vermuthlich vermittelst eines in das torricellische Vacuum gebrachten Tropfens erhalten, eine Methode, die ich nach theoretischen Gründen und in Gemäfsheit meiner Erfahrungen nicht für ganz zulässig erklären kann. Wenn ich aber diese Angaben nach der Formel berechne, so geben sie folgende Werthe.

(*) S. Handbuch I. p. 298.
(**) S. Gren N. J. IV. 298.

t	ε nach Rechn.	ε nach Vers.	$\frac{1}{v}$	δ
17°,5	1,45313	—	0,0178811	0,0001123
63°,5	28,3849	28,00	0,0161633	0,00162

Der leztere Werth für $\frac{1}{v}$ stimmt mit dem von mir gefundenen so genau überein, als bey Versuchen, die ohne einigen Zweifel auf ganz verschiedene Art angestellt sind, kaum zu erwarten steht. Zugleich aber haben beyde Werthe eine solche Verschiedenheit unter sich, sobald wir die Berechnung nach der Formel als zulässig erkennen, dafs sie füglich für Wasserdunst, aber keineswegs für Alcoholdunst vereinbar sind, und die erstere ist daher nach meinen Versuchen zu verwerfen, würde aber durch eine an sich nicht sehr bedeutende Aenderung der bestimmten Temperatur, die nicht mehr als 1°,5 betragen dürfte, mit den übrigen vollkommen übereinstimmen. Denn wenn ich statt 17°,5 mit der erwähnten Aenderung 19° lese; so giebt dieses folgende Werthe

t	ε	$\frac{1}{v}$	δ
19°	1,6226	0,0160056	0,0001123

also völlig genau mit mir übereinstimmend. Hierbey darf ich nicht unbemerkt lassen, wie wichtig es ist, dafs gerade die für den Siedepunkt des Alcohols von H. P. Schmidt gefundene Dichtigkeit des Dunstes mit dem von mir durch Rechnung für dieselbe gefundenen Werthe so genan übereinkommt, indem gerade diese Bestimmmung für Wasserdunst bey

der Siedehitze gleichfalls sehr genau mit dem von mir berechneten Werthe übereinstimmte, gleichfalls aber etwas zu grofs war, und durch diese allseitige Uebereinstimmung die Berechnung der Dichtigkeiten des Alcoholdunstes nach der Mayerschen Formel als zulässig erscheinen mufs.

Die Erwähnung einer Angabe aus des jüngeren H. von Saussüre gehaltreichen Untersuchungen über den Alcohol würde man hier um so weniger gern vermissen, als diese fast die einzige ist, welche auf Genauigkeit Ansprüche macht, und den Credit derselben auch bisher gehabt hat. Dieser gewandte Physiker (*) nahm Luft mit Alcoholdunst gesättigt, bestimmte das Gewicht derselben, und indem er zugleich die Elasticität des Alcoholdunstes durch die von demselben bewirkte Depression des Quecksilbers im torricellischen Raume mafs, und nach dem Daltonschen Gesetze (**), dafs die Elasticitäten einer Mischung von Luft und Dunst der Summe beyder genau gleich sey, welches durch die Formel $p' = \frac{p}{p-f}$ ausgedrückt wird, die Quantität der Luft in dieser Mischung berechnete; so fand er das Gewicht von 1000 Cubikzoll Alcoholdunst bey 17° R. = 36,38 Grains par. Gewicht. Diese Art der Bestimmung kann keine genauen Resultate geben, weil das Daltonsche Gesetz nach meinen eigenen und den von H. P. Schmidt angestellten vielfachen Versuchen unzulässig ist, und auch nach the-

(*) S. Gehlen IV. 60. aus J. d. ph. T. LXIV. 316 — 354.
(**) S. bibliotheque britannique XX. p. 347.

oretischen aus der Analogie gefolgerten Gründen aus den Affinitätsgesetzen hervorgeht, daſs die Elasticität einer Mischung von Dunst und Luft kleiner ist, als die Summe beyder zusammengenommen; mithin muſs nach dieser Art zu messen die Dichtigkeit des Dunstes allezeit zu groſs gefunden werden. Auf die Analogie können wir uns hierbey aber allerdings berufen, und Gay-Lüssac hat namentlich auch von den meisten gasförmigen Körpern durch Versuche nachgewiesen, daſs das Volumen einer Mischung von zwey verschiedenen Arten derselben eine Verminderung erleidet, und keineswegs der Summe beyder gleich ist (*). So lange daher nicht von Alcoholdunst und Luft in ihrer Verbindung mit einander das Gegentheil auf dem Wege der Erfahrung nachgewiesen ist, müssen wir argumentiren, daſs auch diese eine Verminderung ihres Volumens erleiden, wenn gleich die Gröſse dieser Verminderung nicht angegeben werden kann, und vielleicht nicht bedeutend seyn mag, oder gar eine verschwindende Gröſse ist.

Wenn wir aber hiervon absehen, die Angabe für völlig richtig annehmen, und sie nach folgenden Zahlenwerthen berechnen, daſs wir den par. Cub. Fuſs Wasser zu 70,024 ℔ von 16 Unzen die Unze zu 576 Grains annehmen; so wiegen 1000 Cub. Zoll 373462 Grains, und es ist, nach dem hier veränderten Werthe von Π

$$\begin{array}{lcl} \log.\ \pi & = & 1{,}5608627 \\ \log.\ \Pi & = & 5{,}5722457 \\ \hline \log.\ V & = & 0{,}9886170 - 5 \end{array}$$

(*) S. Gehlen J. IX. 203 ff.

welches eine Dichtigkeit $= 0{,}0000974 13 = \frac{1}{10266}$ giebt, wonach der Werth von $\frac{1}{v} = 0{,}016082 \ldots$, also, wie vorauszusehen war, zu grofs ist. Der Unterschied beträgt aber nur 0,000082, also eine sehr geringe, durch keine mefsbare Temperaturveränderung anzugebende Gröfse. Uebrigens bin ich fest überzeugt, dafs der von mir angegebene Werth von $\frac{1}{v}$ keineswegs zu grofs ist, wohl aber etwas zu klein seyn könnte, da der gebrauchte Alcohol zwar anfangs absolut war, allein ob derselbe nicht bey seiner grofsen Affinität zum Wasser selbst während der Arbeit etwas Feuchtigkeit an sich gezogen habe, läfst sich nicht mit absoluter Gewifsheit bestimmen.

§. 40. Gay-Lüssac in seiner neuesten Arbeit über die Dämpfe (*) giebt die Dichtigkeit des Alcoholdunstes vom spec. Gewicht 0,8152 bey 9° C. dessen Siedepunkt er bey 79°,7 C (= 63°,7 R. also mit der gewöhnlichen Angabe übereinstimmend) gefunden haben will, bey der Siedehitze = 1,5 der Luft an. Dieses wäre, das Wasser bey seiner gröfsten Dichtigkeit als Einheit angenommen = 0,00195, also viel zu grofs, statt dessen H. P. Schmidt mit mir völlig übereinstimmend, nur 0,00162 fand. Wenn aber, wie es richtiger scheint, die Dichtigkeit des Alcoholdunstes bey der Siedehitze des Wassers gemeint ist; so finde ich nach der Berechnung

(*) Gilb. Ann. XLV. 333.

für diese Angabe den Werth von $\frac{1}{v} = 0{,}008904\ldots$ also fast um die Hälfte zu klein.

5. *Elasticität des Alcoholdunstes.*

§. 41. So wenig es bey den Versuchen mit Wasserdunst meine Absicht war, die Gesetze der Elasticität desselben zu berichtigen, eben so wenig hoffte ich auch für Alcoholdunst etwas vorzüglicheres zu liefern, als schon früher vornämlich durch H. P. Schmidt geschehen war, welcher ohnehin einen viel bequemeren Apparat, nämlich Ciarcy's Dampfbarometer hierzu gebrauchte. Allein da es die Construction meines Apparates mir so leicht machte, glaubte ich auch diese Untersuchungen beyläufig anstellen zu müssen. Uebrigens sind die Beobachtungen am Elasticitätsmesser bey Alcoholdunst etwas schwieriger und unsicherer, als bey Wasserdunst, weil beym längeren Gebrauche sich so leicht eine kleine Quantität an die innere Wand des offenen Schenkels anlegt, und demnächst mit dem Quecksilber zugleich in den verschlossenen eindringt, wodurch der Gang desselben für höhere Temperaturen mit der Zeit unsicher wird. Durch vorsichtiges Reinigen des offenen Schenkels habe ich diese Schwierigkeit wenigstens in so weit beseitigt, daſs sie mir bloſs einige vergebliche Versuche gekostet hat, und auf der andern Seite werden die Beobachtungen dadurch allerdings leichter, daſs die Zunahmen der Elasticität für einzelne Thermometergrade bey Alcoholdunst grö-

ſser, mithin die Fehler in engere Grenzen eingeschlossen sind.

§. 42. Die beobachteten Barometerstände enthalten aber, eben wie bey den Versuchen für Wasserdunst, sowohl die Elasticitäten des Dunstes, als der zurückgebliebenen Luft, und es steht daher auch hier die nämliche Schwierigkeit, als dort, der genauen Berechnung entgegen. Das von Dalton hierüber aufgestellte Gesetz habe ich aus theoretischen Gründen und auch deswegen bestritten, weil meine sämtlichen Beobachtungen in Vergleichung mit allen denen, welche mehrere Physiker gefunden haben, nach demselben zu klein ausgefallen seyn würden. Da ich aber mich für überzeugt halte, daſs ein solcher constanter Fehler nicht statt findet; so muſs ich dasselbe für falsch halten, es sey denn, daſs der Unterschied zwischen meinen und fremden Beobachtungen als eine Folge des im Residuo der Luft enthaltenen Wasserdunstes angesehen werden müſste, angenommen, daſs dieser mit dem Alcoholdunste eine Verbindung eingegangen sey, wodurch die Elasticität des lezteren vermindert worden. Lezteres anzunehmen bin ich keineswegs geneigt, vorzüglich wenn ich überlege, daſs ich vor jedem Versuche den Ballon auf die in der Einleitung angegebene Weise sehr sorgfältig getrocknet habe.

§. 43. Bey diesen überwiegenden Gründen gegen das Daltonsche Gesetz ist es aber erforderlich, bey den beobachteten Barometerständen beyde Gröſsen zu trennen, um die einzelnen Werthe sowohl für Luft als Dunst zu erhalten, und auch hierbey wird es am zweck-

mäfsigsten seyn, aus andern genauen Versuchen eine constante Gröfse für die Elasticität des Alcoholdunstes zu suchen, und den Rest dann für den Luftdruck gehörig abzuziehen, welches bey allen Versuchen, mit Ausnahme des 11ten so viel weniger Unrichtigkeiten hervorbringen kann, da das Residuum der Luft nur eine sehr kleine Gröfse war. Als Normalstand des Elasticitätsmessers für Alcoholdunst würde ich am liebsten denjenigen wählen, welcher zu 10° Temperatur gehört, weil dieser bey der Berechnung der Formel zum Grunde gelegt ist, wenn nicht der Punkt der vollen Verdunstung bey drey Versuchen noch unter diesem Thermometerstande gefunden wäre, und ich habe daher für diese drey Beobachtungen denjenigen Barometerstand als normal gewählt, welcher dem Gefrierpunkte zugehört. Weil aber diese Berechnungen nicht so, wie bey den Versuchen für Wasserdunst schon im ersten Theile enthalten sind; so müssen sie hier nachgeholt werden. Hiernach bedeuten b die beobachteten Differenzen des Quecksilbers in beyden Schenkeln des Heberbarometers ε die Elasticität des Alcoholdunstes, nach Abzug der für den Luftdruck gefundenen beständigen Gröfse in pariser Linien ausgedrückt.

Tabellarische Uebersicht der Elasticität des Alcoholdunstes nach Abzug der für die zurückgebliebene Luft gehörigen Gröſse.

Vers.	t.	-5°	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°
15	b	3,50	4,32	4,40	4,62	4,80	4,95	5,05	5,30	5,45	5,60
	ε	3,23	4,05	4,13	4,35	4,53	4,68	4,78	5,03	5,18	5,33
11	b	—	5,00	6,50	7,63	8,25	8,62	8,82	9,00	9,25	9,50
	ε	—	4,05	5,55	6,68	7,30	7,67	7,87	8,05	8,30	8,55
12	b	—	8,88	11,00	13,00	13,88	14,38	14,75	15,00	15,50	16,00
	ε	—	4,05	6,17	8,17	9,05	9,55	9,92	10,17	10,67	11,17
13	b	3,00	5,00	7,00	10,50	15,50	18,00	19,12	19,88	20,25	21,00
	ε	2,10	4,10	6,10	9,60	14,60	17,10	18,22	18,98	19,35	20,10

§. 44. So geringe auch die Anzahl der von mir aufgezeichneten Beobachtungen ist, so halte ich es doch nicht für überflüssig, sie durch Vergleichung mit andern Resultaten einer vorläufigen Prüfung zu unterwerfen. Hierzu möge die nachfolgende Tabelle dienen, worin aus meinen Versuchen die Elasticitäten bis soweit genommen sind, als noch tropfbar flüssiger Alcohol im Ballon zugegen, folglich der

Dunst im Maximo seiner Dichtigkeit war, (Vers. 13. macht hiervon eine unschädliche Ausnahme) um das aus ihnen gefundene und mit m. a. bezeichnete arithmetische Mittel neben diejenigen Gröſsen zu stellen, welche H. P. Schmidt gefunden hat, imgleichen neben diejenigen, welche nach der Mayerschen Formel berechnet sind. Leztere beyden habe ich mit S und M bezeichnet.

Tabellarische Uebersicht der Elasticitäten des Alcoholdunstes im Maximo der Dichtigkeit nach Versuchen und nach Rechnung.

	t	—5°	0°	5°	10°	15°	20°
Vers.	15	3,23	4,05	—	—	—	—
—	11	—	4,05	5,55			
	12	—	4,05	6,17			
	13	2,10	4,01	6,10	9,60	14,60	17,10
	m. a.	2,66	4,06	5,94	9,60	14,60	17,10
	S	1,56	4,20	5,88	9,60	17,88	25,26
	M	2,59	4,05	6,32	9,60	14,32	21,00

Die Uebereinstimmung scheint mir genau genug, um sowohl dasjenige zu bestätigen, was ich gegen das Daltonsche Gesetz vorgebracht habe, als auch die Zulässigkeit der Formel zur Berechnung der Elasticitäten des Alcoholdunstes einstweilen wahrscheinlich zu machen, wiewohl ich mir noch eine ausführlichere Vergleichung vorbehalte, welche die am Ende folgende Tabelle enthält.

§. 45. Viel wesentlicher aber, als für den angezeigten Zweck dienen die Versuche dazu, die Ausdehnung des Alcoholdunstes unter dem Maximo der Dichtigkeit zu bestimmen, woraus

dann hervorgehen wird, ob das von Dalton und Gay-Lüssac angegebene Gesetz durch dieselben bestätigt oder widerlegt wird. Um diese Prüfung anzustellen dürfen wir bloſs das nämliche Verfahren anwenden, wodurch die §. 27. erhaltenen Werthe gefunden sind, zu welchem Ende ich zuerst die zu berechnenden Gröſsen in nachfolgender Tabelle zur bequemen Uebersicht zusammenstelle.

Tabellarische Uebersicht der Elasticitäten des Alcoholdunstes unter dem Maximo der Dichtigkeit.

	t	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°
Vs.	15	4,40	4,62	4,80	4,95	5,05	5,30	5,45	5,60
—	11	—	7,63	8,25	8,62	8,82	9,00	9,25	9,50
—	12	—	13,00	13,88	14,38	14,75	15,00	15,50	16,00
	13	—	—	—	18,00	19,12	19,88	20,25	21,00

Wenn wir bey der Berechnung dieser Werthe die oben gebrauchten Bezeichnungen beybehalten, wonach t, t′; b, b′; zwey Temperaturen mit den zugehörigen Barometerständen d. den Unterschied derselben und ε, ε′ die Ausdehnung für diesen Unterschied und für diejenige Temperatur bezeichnen, welche zwischen den beyden festen Punkten des Thermometers enthalten ist; so giebt die Berechnung jedes einzelnen Versuches folgende Resultate:

Versuch 15.

Nro.	t.	b.	t′.	b′.	d.	ε	ε′
1	5°	4,40	15°	4,80	0,40	0,090	0,720
2	10°	4,62	20°	4,95	0,33	0,071	0,568

Nro.	t.	b.	t'.	b'.	d.	ε	ε'
3	15°	4,80	25°	5,05	0,25	0,052	0,416
4	20°	4,95	30°	5,30	0,35	0,070	0,560
5	25°	5,05	35°	5,45	0,40	0,078	0,624
6	30°	5,30	40°	5,60	0,30	0,056	0,448

Versuch 11.

1	10°	7,63	20°	8,62	0,99	0,129	1,037
2	15°	8,25	25°	8,82	0,57	0,069	0,552
3	20°	8,62	30°	9,00	0,38	0,044	0,352
4	25°	8,82	35°	9,25	0,43	0,049	0,392
5	30°	9,00	40°	9,50	0,50	0,055	0,440

Versuch 12.

1	10°	13,00	20°	14,38	1,38	0,106	0,848
2	15°	13,88	25°	14,75	0,87	0,062	0,496
3	20°	14,38	30°	15,00	0,62	0,043	0,344
4	25°	14,75	35°	15,50	0,75	0,0508	0,4064
5	30°	15,00	40°	16,00	1,00	0,066	0,528

Versuch 13.

1	20°	18,00	30°	19,88	1,88	0,104	0,832
2	25°	19,12	35°	20,25	1,13	0,059	0,472
3	30°	19,88	40°	21,00	1,12	0,056	0,448

§. 46. Die Uebersicht der hier erhaltenen, unter sich sehr gut übereinstimmenden Resultate zeigt deutlich, dafs der Alcoholdunst eben so wenig als Wasserdunst den nämlichen Gesetzen der Ausdehnung unterworfen ist, welche mit grofser Gewifsheit für atmosphärische Luft aufgefunden sind. Eine Gleichartigkeit des Verhaltens beyder zeigt sich aber darin, dafs die

Ausdehnung für diejenigen Grade gröfser ist, welche dem Punkte der vollen Verdunstung näher liegen, wenn gleich beym Alcoholdunste kleiner als beym Wasserdunste, eine Beobachtung, welche auffallend ist, und vielleicht damit zusammenhängt, dafs die Bestimmung des Punktes der vollen Verdunstung bey Alcohol leichter ist, woraus auf eine schnellere Veränderung des Aggregatzustandes geschlossen werden kann. Nehmen wir nach der für Wasserdunst befolgten Methode das arithmetische Mittel aus denjenigen Beobachtungen, welche für die dem Punkte der vollen Verdunstung zunächst liegenden Thermometergrade gefunden sind; so giebt dieses folgende Gröfsen

Vers.	15	N.	1	- - -	0,720
—	11	—	1	- - -	1,037
—	12	—	1	- - -	0,848
—	13	—	1	- - -	0,832
				med. ar.	0,859

Die einzelnen Beobachtungen weichen nur wenig von einander ab, mit Ausnahme der im 11ten Versuche enthaltenen, welche wirklich zu grofs ist, und wohl einen Beobachtungsfehler in sich schliefsen mag. Diese Vermuthung wird so viel wahrscheinlicher dadurch, dafs die für 5° und 10° beobachteten Elasticitäten bey zunehmender Erwärmung beträchtlich kleiner sind, als diejenigen, welche ich für abnehmende Erwärmung notirt habe.

Das Gesetz der Ausdehnung für Alcoholdunst in gröfserer Entfernung vom Maximo der Dichtigkeit läfst sich aus den vielen Beobachtungen, deren grofse Uebereinstimmung

ihre Genauigkeit verbürgt, mit gröfserer Zuversicht finden. Hierzu gehören folgende Werthe.

Vers.	15	N. 2	- - -	0,568
—	—	— 3	- - -	0,416
—	—	— 4	- - -	0,560
—	—	— 5	- - -	0,624
—	—	— 6	- - -	0,448
—	11	— 2	- - -	0,552
—	—	— 3	- - -	0,352
—	—	— 4	- - -	0,392
—	—	— 5	- - -	0,440
—	12	— 2	- - -	0,496
—	—	— 3	- - -	0,344
—	—	— 4	- - -	0,406
—	—	— 5	- - -	0,528
—	13	— 2	- - -	0,472
—	—	— 3	- - -	0,448
			med. ar.	0,4694

Wenn diese Gröfse für die Ausdehnung des Glases corrigirt wird, so ist der gefundene Werth für die Ausdehnung des Alcoholdunstes zwischen den beyden festen Punkten des Thermometers = 0,4731 das Volumen desselben als Einheit angenommen. Die hier gefundene Gröfse, welche eher zu klein als zu grofs ist, (eine erst späterhin zu rechtfertigende Behauptung) wage ich noch jezt nicht mit derjenigen zuzusammenstellen, welche früher für Wasserdunst erhalten ist, weil ich durch einige nachfolgende Beobachtungen diese Vergleichung nützlicher zu machen hoffe.

§. 47. Aus den bisherigen Untersuchungen geht mit ziemlicher Gewifsheit hervor, dafs die Mayersche Formel auch zur Berechnung

der Elasticität und Dichtigkeit des Alcoholdunstes gebraucht werden könne. Um diese Prüfung in einem noch gröſseren Umfange anzustellen, und zugleich nach dem aus meinen Versuchen gefundenen Werthe von $\frac{1}{v}$ die Dichtigkeiten so weit zu bestimmen, als es mir zweckmäſsig scheint, habe ich nachfolgende Tabelle entworfen, und darin die berechneten Elasticitäten in pariser Zollen des Barometers mit denen zusammengestellt, welche H. P. Schmidt vermittelst des Ciarcyschen Dampfbarometers gefunden hat.

Tabelle der Dichtigkeiten und Elasticitäten des Alcoholdunstes.

Temperatur	Dichtigkeit gegen Wasser	Dichtigkeit gegen Weingeist v. 0,792	Elasticität nach Rechn.	Elasticität nach Vers.
-30	0,000001334	0,000001684	0,01525	
-25	0,000002330	0,000002942	0,02738	
-20	0,000003954	0,000005000	0,04770	
-15	0,000006534	0,00001262	0,08085	
-10	0,000010532	0,00001329	0,1336	
-5	0,00001659	0,00002095	0,2157	0,13
0	0,00002558	0,00003230	0,3406	0,35
1	0,00002783	0,00003514	0,3723	
2	0,00003025	0,00003820	0,4066	
3	0,00003286	0,00004149	0,4437	
4	0,00003566	0,00004503	0,4837	
5	0,00003868	0,00004883	0,5270	
6	0,00004191	0,00005292	0,5738	
7	0,00004539	0,00005731	0,6241	

Temperatur	Dichtigkeit gegen Wasser	Dichtigkeit gegen Weingeist v. 0,792	Elasticität nach Rechn.	Elasticität nach Vers.
8	0,00004912	0,00006202	0,6785	
9	0,00005311	0,00006706	0,7370	
10	0,00005740	0,00007248	0,8000	0,8000
11	0,00006198	0,00007826	0,8678	
12	0,00006688	0,00008445	0,9406	
13	0,00007213	0,00009107	1,0190	
14	0,00007773	0,00009814	1,1027	
15	0,00008371	0,00010570	1,1929	1,49
16	0,00009010	0,00011376	1,2895	
17	0,00009691	0,00012236	1,3931	
18	0,00010417	0,00013153	1,5040	
19	0,00011189	0,00014128	1,6224	
20	0,00012014	0,00015169	1,7495	2,105
21	0,00012890	0,00016275	1,8895	
22	0,00013822	0,00017452	2,0301	
23	0,00014812	0,00018702	2,1848	
24	0,00015864	0,00020030	2,3499	
25	0,00016981	0,00021441	2,5260	3,036
26	0,00018166	0,00022937	2,7136	
27	0,00019423	0,00024525	2,9135	
28	0,00020757	0,00026208	3,1265	
29	0,00022168	0.00027990	3,3529	
30	0,00023663	0,00029877	3,5938	4,158
31	0,00025245	0,00031875	3,8499	
32	0,00026919	0,00033899	4,1221	
33	0,00028689	0,00036224	4,4110	
34	0,00030560	0,00038585	4,7068	
35	0,00032535	0,00041080	5,0431	5,744

Temperatur	Dichtigkeit	Dichtigkeit gegen Weingeist v. 0,792	Elasticität nach Rechn.	Elasticität nach Vers.
36	0,00034622	0,00043714	5,3881	
37	0,00036823	0,00046945	5,7505	
38	0,00039146	0,00049438	6,1410	
39	0,00041596	0,00052521	6,5514	
40	0,00044176	0,00055777	6,9960	7,805
41	0,00046894	0,00059210	7,4445	
42	0,00049757	0,00062842	7,9483	
43	0,00052770	0,00066629	8,4431	
44	0,00055938	0,00070628	8,9850	
45	0,00059273	0,00074840	9,5578	10,422
46	0,00062777	0,00079264	10,162	
47	0,00066459	0,00083912	10,799	
48	0,00070326	0,00088795	11,472	
49	0,00074385	0,00093921	12,180	
50	0,00078646	0,00099301	12,937	13,855
51	0,00083117	0,0010494	13,714	
52	0,00087803	0,0011086	14,542	
53	0,00092716	0,0011706	15,414	
54	0,00097864	0,0012356	16,331	
55	0,0010325	0,0013037	17,295	18,040
56	0,0010890	0,0013570	18,308	
57	0,0011481	0,0014496	19,374	
58	0,0012099	0,0015277	20,493	
59	0,0012746	0,0016093	21,668	
60	0,0013422	0,0016947	22,989	23,427
61	0,0014130	0,0017839	24,195	
62	0,0014867	0,0018771	25,552	
63	0,0015638	0,0019745	26,975	

Temperatur	Dichtigkeit	Dichtigkeit gegen Weingeist v. 0,792	Elasticität nach Rechn.	Elasticität nach Vers.
64	0,0016443	0,0020761	28,467	
65	0,0017284	0,0021822	30,030	30,030
66	0,0018160	0,0022930	31,666	
67	0,0019074	0,0024084	33,380	
68	0,0020028	0,0025288	35,174	
69	0,0021022	0,0026452	37,051	
70	0,0022057	0,0027580	39,014	38,251
71	0,0023189	0,0029279	41,161	
72	0,0024259	0,0030631	43,220	
73	0,0025429	0,0032108	45,455	
74	0,0026646	0,0033642	47,797	
75	0,0027913	0,0035234	50,244	
80	0,0035040	0,0044243	64,768	
85	0,0043653	0,0055118	81,304	
90	0,0053990	0,0068170	102,24	
95	0,0066315	0,0083731	127,65	
100	0,0080921	0,010188	158,30	
120	0,016900	0,021338	351,73	
140	0.032469	0,040996	716,35	
160	0,058163	0,073438	1355,9	
180	0,098187	0,12397	2411,7	
200	0,15755	0,19893	4066,9	

6. Dichtigkeit und Elasticität des Aetherdunstes.

§. 48. Bey der ganzen Reihe der erzählten Versuche war es mein vorzüglichstes Bestreben, alle Beobachtungen ohne irgend eine Rücksicht auf diejenigen Resultate anzustellen,

welche von andern Physikern aufgefunden sind. Erst nach der Beendigung der Versuche verglich ich die aufgezeichneten eigenen Beobachtungen mit fremden, und fand im Ganzen eine hinlängliche Uebereinstimmung, zuweilen auch Fälle, wo den meinigen der Vorzug der gröfseren Genauigkeit ohne Streit gebührte. Hierdurch wurde ich nach und nach zu der Ueberzeugung gebracht, dafs die befolgte Methode ohne Bedenken zulässig sey, und dafs ich daher auch dann, wenn die Vergleichung nicht so leicht und nicht so allgemein angestellt werden konnte, mit gröfserer Zuversicht mich auf die eigenen Resultate allein verlassen dürfe.

§. 49. Mit dieser allgemeinen Ansicht versuchte ich eine Vergleichung und Berechnung derjenigen Gröfsen, welche ich für die Elasticitäten und Dichtigkeiten des Alcoholdunstes erhalten habe, und da die von H. H. Mayer entworfene Formel sich hierzu sehr brauchbar zeigte, so ging ich von der sehr angenehmen Erwartung aus, dafs ihre Anwendung auf Aetherdunst sich eben so leicht und sicher würde machen lassen. Allein eine Vergleichung meiner Beobachtungen mit denen anderer Physiker und ein oberflächlicher Versuch der Berechnung derselben zeigte mir augenblicklich, dafs dieses keineswegs der Fall sey. Sobald ich hiervon überzeugt war, schwankte ich anfangs, ob ich nicht die drey Versuche gänzlich weglassen, und statt derselben eine neue Reihe anstellen sollte; allein da die Richtigkeit der Beobachtungen selbst nicht mit Grunde angefochten werden kann, wohl aber kein absoluter, sondern unvollkommner Aether ge-

braucht ist; so mögen sie ihren Platz behalten, sey es auch nur, um das Verhalten des Schwefeläthers von verschiedener Reinheit neben einander zu stellen.

§. 50. Inzwischen bringt es die Natur der Formel mit sich, dafs zuerst die Elasticität des Dunstes genau aufgefunden seyn mufs, ehe die Dichtigkeit desselben berechnet werden kann. Meine eigenen Versuche aber sind zu diesen Bestimmungen unzureichend, und vergebens sah ich mich nach fremden um, auf deren Genauigkeit mit genügender Gewifsheit gebauet werden könnte. Wäre das Daltonsche Gesetz zulässig, wonach dieser Physiker ein constantes Verhältnifs zwischen den Elasticitäten der verschiedenen Dunstarten annimmt (*); so würde es leicht seyn, die für Aetherdunst erforderlichen Gröfsen durch Rechnung zu finden; allein die Unzulässigkeit desselben ist ohnlängst durch H. H. Mayer (**) dargelegt. Weil ich aber auf allen Fall, wenn ich eine Anwendung der Formel auf den Dunst des von mir gebrauchten Aethers versuchen wollte, sowohl meine eigenen Beobachtungen der Elasticität desselben mit in der Rechnung benutzen, als auch zugleich die Barometerstände für zwey weit genug von einander liegende Temperaturen wählen mufste; so wählte ich als den ersten die in Versuch 16 und 18 für den Nullpunkt der Temperatur enthaltene mittlere Gröfse von 8,865 Lin., und setzte diese nach Abzug des Luftdrucks der in Ballon gebliebenen Luft

(*) Gilb. Ann. XV. 13. Voigt Mag. IV. 6. 761.
(**) S. Comment. p. 15 ff.

auf 8,5 Lin. oder 0,71 Zoll. Zur Bestimmung des zweiten glaubte ich keine Beobachtung mit gröſserer Sicherheit wählen zu können, al diejenige, welche für den Siedepunkt gefunden ist. Von Saussüre fand in seiner gehaltreichen Untersuchung über den Schwefeläther denselben bey 98° F d. i. 29,33 . . . R. wofür ich 30° setze, um so mehr, da seine Versuche bey einem Barometerstande unter 28 Zoll angestellt sind. Wenn demnach zur Berechnung der Formel

für $t = 0°$; $\varepsilon = 0{,}71$ Zoll und

für $t' = 30°$; $\varepsilon' = 28{,}00$ Zoll gesezt werden;

so wird log. C = 3,4240109 und danach C = 2654,673 . . . B aber wird = 9,9861307, also die Formel für Aetherdunst $\log. \varepsilon = 9{,}9861307 + \log. (213 + t) - \frac{2654{,}7}{213 + t}$.

§. 51. Um die Anwendbarkeit der Formel zu prüfen, suchte ich einige berechnete Werthe der Elasticitäten mit beobachteten zu vergleichen. Ich fand mehrere, welche meistens nach der Depression des Quecksilbers in der torricellischen Röhre bestimmt sind, eine Methode, welche nur geringe Genauigkeit zuläſst, wie aus einer Vergleichung derselben unter einander hervorgeht, allein für meinen Zweck sind sie dennoch hinlänglich brauchbar. Unter den vielen von mir berechneten mögen nur einige hier einen Platz finden, um zu beweisen, daſs auf diesem Wege Rechnung und Versuche nimmermehr vereinigt werden können.

t	ε nach Rechn.	ε nach Beobachtung	Unterschied	Beobachter
10°	2,6919	12,500	+9,808	v. Marum (*)
12°	3,4656	11,562	+8,097	Gay-Lüssac (**)
13°,3	4,0644	12,030	+7,965	Mayer.
14°,5	4,7231	13,110	+8,387	Biot (***)
17°	6,1204	14,000	+7,879	Dalton (****)
18°	7,2053	16,75	+9,544	v. Saussüre (†)
50°	205,2100	64,97	—140,24	Mayer.

So wenig erfreulich die Aussichten waren, welche aus dieser Vergleichung sich für meinen Zweck eröffneten, so war ich dennoch so weit entfernt, die Aufgabe gänzlich zu übergehen, daſs ich mich vielmehr entschloſs, die Prüfung mit vermehrter Genauigkeit anzustellen.

§. 52. Um nochmals einen Versuch zu machen, legte ich zwey andere zusammengehörige Werthe bey der Rechnung zum Grunde, nämlich für

$$t = 30° \; ; \; \varepsilon = 28{,}00 \text{ Zoll}$$
$$t' = 80° \; ; \; \varepsilon' = 193{,}25 \text{ nach Mayer.}$$

Wenn statt der lezten Zahl die runde 194 genommen wird; so giebt die Rechnung log. C = 3,0339643 also C = 1081,345 und B = 3,5115331, wonach die Formel

$$\log. \varepsilon = 3{,}5115331 + \log. (213 + t) - \frac{1081{,}35}{213 + t}.$$

(*) S. Gilbert Ann. I. 153.
(**) Ebend. XXIX. 115.
(***) Ebend. XXXV. 431.
(****) Ebend. XV. 23.
(†) Ebend. XXIX. 125.

Nach dieser Formel berechnete ich bloſs zwey Gröſsen, und erhielt bey der Vergleichung folgende Werthe

t	ε nach Rechn.	ε nach Beobachtung	Unterschied	Beobachter
0°	5,796	0,71	— 5,086	eigene Beob.
50°	66,056	64,97	— 2,086	Mayer.

Daſs hiernach Beobachtung und Rechnung weniger abweichende Resultate geben würde, sah ich bald; allein der Unterschied von 2 Zoll für eine ohngefähr in der Mitte liegende Beobachtung schien mir doch noch zu groſs, und vor allen Dingen konnte sie zur Berechnung meiner eigenen Versuche nicht taugen, folglich nicht zur Bestimmung der Dichtigkeit des Dunstes, woran mir am meisten gelegen war. Denn der Unterschied von 5 Zoll zwischen Beobachtung und Rechnung der Elasticität des Dunstes bey 0° ist zu groſs, als daſs an einen Beobachtungsfehler zu denken seyn sollte, um so mehr, da die von mir gebrauchten Elasticitätsträger kaum 5 Zoll Länge hatten, folglich gar keine Beobachtung der Elasticität bey ihnen hätte statt finden können. Es blieb mir daher nichts weiter übrig, als anzunehmen, daſs der von mir gebrauchte Schwefeläther nicht rein, sondern selbst in seinem Mischungsverhältnisse sehr abweichend von absolutem gewesen sey, und daſs eine ausnehmend groſse, bisher noch nicht genau beobachtete und hinlänglich gewürdigte Verschiedenheit wenigstens zwischen den Elasticitäten, wenn auch nicht den Dichtigkeiten, des Dunstes von absolutem und unreinem Schwefeläther obwalte, inglei-

chen, dafs die Bestandtheile des lezteren so innig gemischt sind, dafs auch der Dunst desselben ganz verschiedene Erscheinungen zeigt.

§. 53. Bey der Untersuchung dieses Gegenstandrs kam daher noch die Frage in Betrachtung, ob der unreine Aether eine homogene Flüssigkeit eigener Art sey, deren Dunst unter sich übereinstimmende Gesetze der Elasticität und Dichtigkeit befolge, oder aber ob sich im Verhalten desselben ein Uebergang von den Gesetzen des reinen Aetherdunstes zu den Gesetzen des Dunstes der beygemischten Substanzen zeige. Um hierüber wo möglich zu einiger Gewifsheit zu gelangen, entschlofs ich mich zu einer neuen Reihe von Versuchen.

Versuch 29.

Von dem Schwefeläther, dessen ich mich bedient hatte, war noch eine geringe Quantität wohl verkorkt und mit Wachs zugeschmolzen aufbewahrt. Der gröfsere Theil war noch sehr klar, aber unten hatte sich von den Substanzen, wodurch er gereinigt worden, ein weifslicher, leicht trübender Niederschlag gebildet. Von der überstehenden klaren Flüssigkeit gofs ich etwa einen halben Theelöffel voll in ein kleines Glas, stellte dieses auf den Teller der Luftpumpe, und stürzte eine Campane darüber. Unter derselben befand sich aufserdem noch ein genau ausprobirtes Heberbarometer und ein Thermometer, zur Seite befand sich das genaue Heberbarometer der Luftpumpe, und die Klocke selbst nebst den Hähnen wurde durch Wachs gegen jedes Eindringen der Luft sorgfältig

verwahrt. Zugleich mit dem gebildeten Aetherdunste entwichen sehr bald die lezten Antheile Luft gänzlich, wie man aus dem Verhalten des Embolus bey einiger Uebung und Erfahrung bald annehmen kann. Durch das Exantliren des Aetherdunstes aus der kleinen Campane, ging das Heberbarometer nicht tiefer als bis zu einem Unterschiede von 1,75 Zoll herab, und um nicht mehr Aether in Dunst zu verwandeln, als nöthig war, das Vacuum vollständig zu machen, verschloſs ich sogleich den Hahn des Tellers, und fand nach einer Stunde den Stand des Heberbarometets 2,9 Zoll, bey welchem es sich 48 Stunden unverändert erhielt. Das Thermometer unter der Campane, und ein anderes neben derselben auf dem Teller der Luftpumpe liegendes zeigte übereinstimmend 12°, ohne ihren Stand zu ändern, da das Zimmer, worin der Apparat stand, nicht durch die Sonnenstrahlen getroffen wurde, und beständig verschlossen blieb. Nach der Wegnahme der Campane fand sich noch ein kleiner Rest Aether im Gläschen, mithin ist seine Elasticität im Maximo der Dichtigkeit beträchtlich kleiner, als diejenige, welche van Marum bey einem ähnlichen Versuche in (unbestimmter) mittlerer Temperatur beobachtete, welcher 10 Zoll Depression des Quecksilbers im Barometer (*) angiebt.

Versuch 30.

§. 54. In eine Barometerröhre von 2,25 Lin. Weite mit Quecksilber gefüllt und aus-

(*) Gilb. Ann. I. 148.

gekocht, liefs ich etwa 1,5 Lin. hoch von dem Schwefeläther aufsteigen, ohne dafs eine Spur von atmossphärischer Luft mit hineinkam. Um bey diesem Versuche ganz gleiche Bedingungen zu erhalten als vorher, stellte ich den Apparat auf einem bequemen Gestelle dicht neben die Luftpumpe, und wartete bis nach anderthalb Stunden die Temperatur beyder gleich seyn mufste. Beyde Portionen des nämlichen Aethers hätten hier gleiche Elasticitäten durch Depression der Quecksilbersäule in der Barometerröhre und durch Erhebung derselben im Elasticitätsmesser zeigen müssen; allein indem das leztere seinen angegebenen Stand beybehielt, war das Quecksilber in der ersteren 8,5 Zoll, mithin mehr als noch einmal so tief herabgegangen. Ein Theil dieser Differenz kommt allerdings auf die Unzulässigkeit einer Messung der Elasticität durch Depression des Quecksilbers in der torricellischen Röhre; allein es wird zugleich durch die Zusammenstellung beyder Versuche wahrscheinlich, dafs durch das Exantliren ein Theil des am meisten elastischen Dunstes im 29sten Versuche entwichen sey, und dafs sich daher der reinere Aether vom unreineren auf diese Weise trenne. Aber auch der reinere Theil zeigte nach dem lezteren Versuche eine geringere Elasticität, als von andern bey gleicher Temperatur beobachtet ist, woraus folgt, dafs aus unreinem Aether kein Dunst von gleicher Elasticität gebildet wird, als von absolutem.

§. 55. Damit diese Erscheinung noch augenfälliger werden, und eine Vergleichung mehrerer Beobachtungen sich ergeben mögte, stellte

ich den Apparat in das eine Fenster meines Studirzimmers, hing ein genaues Thermometer daneben, und beobachtete die verschiedenen Depressionen des Quecksilbers, ohne sie nach dem veränderlichen Stande des Quecksilbers in der ziemlich weiten Bechertasse zu corrigiren, welche die Stelle des Gefäſses vertrat. Wie wenig zuverlässig aber solche Beobachtungen sind, so nahe auch das Thermometer hängen mag, vorzüglich wegen des schwer zu bestimmenden Einflusses des Lichtes und der strömenden wärmeren Luftschichten auf den sehr empfindlichen Aetherdunst, ist mir bey dieser Gelegenheit vorzüglich aufgefallen. Ich erhielt folgende Gröſsen.

Temper.		Depressionen		Temper.		Depressionen	
9°	—	7,40	par. Zoll	15°	—	9,30	par. Zoll
10°	—	7,80	—	17°	—	9,80	—
11°	—	8,10	—	18°	—	10,05	—
12°	—	8,40	—	19°	—	11,30	—
13°	—	8,75	—	20°	—	11,50	—
14°	—	9,00	—	22°	—	12,20	—

Um die Messung noch bis zu einigen höheren Temperaturen fortzusetzen, wandte ich künstliche Wärme durch einen geheizten Ofen an, indem ich den Apparat auf einem Gerüste in die Nähe desselben so setzte, daſs die Thermometerkugel dicht neben der Röhre und durch Veränderung der Höhe allezeit neben dem Aether hing. Hier erhielt ich im arithmetischen Mittel bey wachsender und abnehmender Temperatur folgende nach dem damaligen Barometerstande berechnete Gröſsen, wobey weder das Niveau noch die Ausdeh-

nung der Quecksilbersäule durch Wärme corrigirt ist.

Temper.		Depressionen	Temper.		Depressionen
12°	—	8,46 par. Zoll	20°	—	12,20 par. Zoll
14°	—	9,35 —	22°	—	14,05 —
15°	—	9,80 —	25°	—	16,04 —
18°	—	11,05 —	28°	—	18,55 —

Mehrere Beobachtungen aufzuzeichnen halte ich für überflüssig, indem die hier mitgetheilten für meinen Zweck hinreichen.

§. 56. Wenn ich den Werth der angestellten Versuche noch mehr erhöhen wollte; so war es unerläfsliche Bedingung, das specifische Gewicht des angewandten Aethers zu bestimmen. Allein bey der geringen Quantität die mir noch zu Gebote stand war dieses keine leichte Aufgabe. Durch die Feinheit der hydrostatischen Waage hoffte ich der Schwierigkeiten ungeachtet dennoch möglichst genaue Resultate zu erhalten, wenn ich den Versuch auf eine ähnliche Art anstellte, als dieses mit v. Arnims Microaräometer zu geschehen pflegt (*).

Ich verfertigte daher aus einer pafslichen Glasröhre einen kleinen nach oben verjüngten Becher von enger Oeffnung, schliff denselben ganz eben, reinigte und tarirte ihn sorgfältig nebst dem Futterale, worin ich ihn an der hydrostatischen Waage aufhing, füllte ihn mit destilirtem Regenwasser, welches eine Stunde neben dem zu prüfenden Aether beyde in ohngefähr gleicher Quantität gestanden hatte, und zur Zeit des Versuches nach einem nebenlie-

(*) S. Gilbert Ann. I. 418.

genden Thermometer 13° R. haben mogte, und bestimmte in zwey Versuchen, wobey ich abwechselnd erst Wasser und dann Naphtha wog, jedesmal aber den Becher sorgfältig reinigte, und die auf einer Unterlage ruhende Waage mehrmals einspielen liefs, das Gewicht des Wassers auf 142 kleine Gewichtstheile. Hierbey konnte ich das genaue Niveau des Wassers leicht dadurch erhalten, dafs ich vermittelst eines Strohhalms einzelne Tropfen hineintrug, bey der Naphtha wollte dieses der Adhäsion wegen nicht gelingen, und aufserdem bewirkte die schnelle Verdunstung eine Unsicherheit der Abwiegung derselben. Dasjenige absolute Gewicht, welches ich für sie erhielt, und welches gewifs nicht zu klein ist, wohl aber gröfser seyn kann, war 108 Gewichtstheilchen, welches also bey 13° R. und 27″6‴,7 Barometer ein specif. Gewicht von 0,760 . . . giebt.

Versuch 31.

§. 57. Um auch den Siedepunkt des gebrauchten Aethers aufzufinden, füllte ich eine kurze, unten verschlossene Glasröhre mit demselben an, hielt die Kugel eines sehr empfindlichen Thermometers hinein, und erhitzte den Apparat über Kohlen. Schon ehe die Temperatur bis auf 30° gestiegen war, warfen Dunstblasen, die sich am Boden bildeten, fast die Hälfte der Flüssigkeit aus dem Röhrchen. Wenn ich demnächst den Rest im Kochen erhielt, so dafs die Dünste die Kugel des Thermometers trafen, stieg dasselbe über 50° hinaus.

Der Versuch wurde dreymal mit ganz gleichem Erfolge wiederholt.

Weil ich auf diesem Wege nicht zur Gewifsheit kommen konnte, reinigte ich das Röhrchen mit Sorgfalt, füllte es wieder mit Aether, verschlofs die Mündung mit einem Korke, dessen eine Seite etwas weggeschnitten war, um die Verdunstung zu hindern, ohne den Dünsten jeden Ausweg zu versperren, und senkte dieselbe in ein Gefäfs mit Wasser, welches auf Kohlen stand. Dicht neben das Röhrchen hielt ich ein empfindliches Thermometer ins Wasser, und beobachtete die bewirkten Veränderungen. Die ersten aufsteigenden Blasen entdeckte ich in zwey Versuchen bey einer Temperatur von 36° und 38°, und beydemale wurde bey 45° durch die aufsteigenden Dünste eine Quantität Aether aus dem Röhrchen geworfen und verdunstete auf dem Wasser mit dem zischenden Geräusche einer siedenden Flüssigkeit. Das Sieden dauerte fort, bis 0,75 Theile des Aethers verdunstet waren, wobey es mir zugleich schien, als ob ein specifisch leichterer und ein mehr expansibeles Fluidum bildender Antheil des Aethers zuerst verdunstete. Uebrigens mufs ich nach der Analogie anderer Versuche zu schliefsen den eigentlichen Siedepunkt dieses Aethers bey 37° R. setzen, wenn ich gleich nicht bestreiten will, dafs schon unter dieser Temperatur sehr elastischer Dunst aus demselben entwickelt wird.

Versuch 32.

§. 58. Noch war es erforderlich, die Elasticitäten des Aetherdunstes auch für höhere

Temperaturen genauer zu untersuchen. Um einen hierzu tauglichen Apparat zu construiren, nahm ich ein altes Flaschenbarometer, dessen Flasche wohl 13 Lin. die Röhre aber 0,8 Lin. Durchmesser haben mogte, schmolz an dieselbe noch eine Barometerröhre von ohngefähr gleicher Weite, hing den Apparat lothrecht an einer Scale auf, die in Zolle getheilt war, füllte die Flasche bis auf einen kleinen Raum noch mit Quecksilber, goſs darüber bis an die Mündung eine hinlängliche Quantität Aether, verschloſs dieselbe dann mit einem genau gearbeiteten, und vorher in einer warmen, etwas engeren Röhre stark zusammengepreſsten Korke, und sorgte dafür, daſs keine Luft mit hineindrang. Den überstehenden Kork schnitt ich dicht über dem Glasrande ab, versahe die Mündung mit einem starken Ueberzuge von Siegellack, und band über diesen zwey Lagen Thierblase, welche jede für sich mit Tischlerleim überzogen und mit vielen Lagen dünnen Bindfaden festgebunden wurden. Nachdem alles wohl getrocknet, senkte ich die ganze Flasche in einen mit Olivenöl gefüllten Becher so tief ein, daſs das Niveau des Oels zwey Linien höher stand, als das untere Ende des Korkes, hing in dasselbe ein genaues Thermometer, und erhitzte das Ganze durch Kohlenfeuer. Beym Eindrücken des Korkes war das Quecksilber im offenen Schenkel in die Höhe getrieben, und endigte gerade in einer Stelle der Barometerröhre, welche zum Zierrath in eine kleine Kugel aufgeblasen war, weswegen ich den ersten Erfolg der Ausdehnung des Quecksilbers und Aethers durch Wärme

nicht messen konnte. Die Höhe des Quecksilbers im offenen Schenkel betrug fast 3 Zoll über derjenigen in der Flasche, und sobald das Steigen merklich wurde, notirte ich diejenigen Stände desselben, die den einzelnen Thermometergraden zugehörten, welche von dem beobachtenden Gehülfen abgelesen wurden. Als das Quecksilber dem Ende der Röhre nahe kam, vermehrte mein Gehülfe das Feuer etwas zu stark, so daſs eine Quantität Quecksilber aus dem offenen Schenkel lief, wodurch zwar der Druck desselben nur unbedeutend abgeändert wurde, allein die jähe Erhitzung schadete offenbar der Genauigkeit des Versuchs, indem die Elasticitäten des Dunstes den Thermometergraden sehr augenfallig voraus eilten. Uebrigens sind die Beobachtungen sehr genau, die Theile der Zolle bloſs nach dem Augenmaſse, aber für diesen Zweck gewiſs mit hinlänglicher Sicherheit geschätzt und sowohl bey wachsender als bey abnehmender Temperatur aufgezeichnet, endlich aber wegen des constanten Luftdruckes um 27″,75 vermehrt. In folgender Tabelle bedeuten t die Temperatur, b den Stand des Quecksilbers bey wachsender b′ bey abnehmender Temperatur und m. a. das arithmetische Mittel aus beyden.

t		b		b′		m.
31°	—	30,75	—	30,00	—	30,38
32°	—	31,25	—	30,25	—	30,75
33°	—	31,50	—	30,50	—	31,00
34°	—	31,75	—	50,75	—	31,25
35°	—	32,50	—	31,50	—	32,00
36°	—	33,25	—	32,25	—	32,75

t		b		b'		m. a.
37°	—	34,00	—	33,25	—	33,88
38°	—	34,50	—	34,25	—	34,38
39°	—	35,25	—	35,50	—	35,38
40°	—	36,00	—	36,50	—	36,25
41°	—	36,75	—	37,25	—	37,00
42°	—	37,75	—	39,25	—	38,50
43°	—	38,75	—	40,25	—	39,50
44°	—	40,00	—	41,25	—	40,68
45°	—	41,50	—	43,00	—	42,25
46°	—	42,75	—	44,75	—	43,75
47°	—	44,50	—	45,75	—	45,12
48°	—	45,75	—	47,76	—	46,75
49°	—	47,00	—	49,75	—	48,38
50°	—	48,50	—	51,25	—	49,83
51°	—	50,25	—	52,75	—	51,50
52°	—	51,75	—	54,25	—	53,00
53°	—	54,25	—	55,75	—	55,00
54°	—	55,50	—	58,75	—	57,12
55°	—	58,25	—	60,75	—	59,50
56°	—	62,25	—	62,25	—	62,25
57°	—	64,50	—	64,75	—	64,62
58°	—	66,00	—	66,75	—	66,37
59°	—	68,25	—	69,25	—	68,75
60°	—	71,75	—	72,00	—	71,88
61°	—	75,75	—	74,50	—	75,12
62°	—	77,25	—	76,75	—	77,00
63°	—	79,00	—	78,75	—	78,88
64°	—	85,50	—	80,25	—	82,88
65°	—	89,75	—	82,25	—	86,00
66°	—	91,25	—	84,75	—	88,00
67°	—	93,75	—	86,75	—	90,25
68°	—	—	—	89,75		—
69°	—	—		91,75		—
70°	—	—		94,75		—

Versuch 33.

§. 59. Weil ich gern alle Beobachtungen der Controle wegen doppelt anstelle, ersetzte ich den Verlust an Quecksilber durch eine in den offenen Schenkel nachgegossene kleine Quantität zum Theil, und wiederholte den Versuch am folgenden Tage nochmals. Der Apparat war unverändert, ausgenommen, dafs er durch eine Röhre, welche vermittelst Siegellack und umgebundene Thierblase befestigt war, eine Verlängerung von etwa zwey Fufs erhalten hatte, welche es mir möglich machte, auch die Elasticitäten für höhere Temperaturen zu beobachten, indem ich zugleich das Ausfliefsen des Quecksilbers sorgfältig vermied. Der Stand des Quecksilbers im langen Schenkel betrug bey der Temperatur des Zimmers, nämlich 10° R. einen Zoll über dem Niveau desselben in der Flasche, und es erreichte daher die vorher erwähnte Kugel nicht, so dafs also augenblicklich bey der Vermehrung der Temperatur eine Ausdehnung erfolgte, die ich aber für die unter 30° liegenden Grade nicht aufzeichnete, weil ich mich hinlänglich überzeugt hatte, dafs bis dahin keine Dunstbildung statt fand. Das Feuer wurde so regulirt, dafs die Erwärmung sehr gleichmäfsig und langsam geschah. Blofs gegen das Ende schien die Zunahme der Elasticität etwas zu geringe, die Vermehrung der Wärme etwas zu langsam, und wurde dann plötzlich etwas zu schnell, so dafs auch hier das Thermometer zurückgeblieben zu seyn scheint. Das Barometer zeigte genau 27″. 6‴,00, und ich habe zu je-

der beobachteten Gröſse 27″,5 hinzuaddirt, ohne auf die Depression des Quecksilbers in der Flasche Rücksicht zu nehmen, welche zum höchsten 0,6 Zoll erreichen mogte. Die Bezeichnung ist wie vorher.

t		b		b′		m. a.
38°	—	32,50		35,00		33,75
39°	—	33,50		—		—
40°	—	34,25		—		—
41°	—	35,00		—		—
42°	—	36,50	—	39,75	—	38,12
43°	—	37,75	—	41,00	—	39,38
44°	—	38,75	—	41,50	—	40,12
45°	—	40,25	—	43,25	—	41,75
46°	—	41,00	—	44,50	—	42,75
47°	—	43,00	—	46,50	—	44,75
48°	—	45,50	—	47,75	—	46,68
49°	—	46,75	—	49,50	—	48,12
50°	—	48,75	—	51,00	—	49,88
51°	—	50,75	—	53,00	—	51,88
52°	—	52,50	—	54,75	—	53,62
53°	—	54,50	—	56,00	—	55,25
54°	—	56,50	—	58,75	—	57,62
55°	—	58,50	—	61,00	—	59,75
56°	—	61,00	—	63,00	—	62,00
57°	—	62,75	—	65,75	—	64,25
58°	—	65,50	—	68,50	—	67,00
59°	—	67,50	—	70,75	—	69,12
60°	—	70,00	—	73,00	—	72,50
61°	—	72,50	—	75,50	—	74,00
62°	—	75,00	—	78,00	—	76,50
63°	—	77,50	—	80,00	—	78,75
64°	—	80,50	—	83,00	—	81,75
65°	—	82,50	—	84,50	—	83,50

t	b	b′	m. a.
66°	84,75	87,50	86,12
67°	87,50	89,75	88,62
68°	89,00	92,00	90,50
69°	91,50	94,50	93,00
70°	95,50	97,00	96,25
71°	98,50	99,50	99,00
72°	103,00	101,76	102,38
73°	105,00	104,00	104,50
74°	107,50	106,00	106,75
75°	110,00	110,00	110,00

Versuch 34.

§. 60. Da ein solcher Versuch im Ganzen ohngefähr eine bis anderthalb Stunden dauerte, so war die Arbeit des Gehülfen, welcher auf der Erde liegend und ohne der sonst unvermeidlichen Parallaxe wegen seine Lage ändern zu dürfen, das Thermometer unverwandt beobachten mufste, so wie auch die stete Aufmerksamkeit auf den Stand des Quecksilbers in der Barometerröhre, welcher im Augenblick des vollen Thermometergrades geschätzt und aufgezeichnet wurde, auf gleiche Weise ermüdend. Weil ich aber den Versuch unter ganz gleichen Bedingungen nochmals zu wiederholen wünschte, um in diesem so wenig angebaueten Felde etwas möglichst vollständiges zu liefern; so gönnte ich mir und meinem Gehülfen einige Ruhe und Erholung dadurch, dafs ich die lezten Barometerstände im vorerwähnten Versuche nicht aufzeichnete. Das Thermometer ging bis 30° herab, ohne dafs die Quecksilbersäule ihren vorigen Stand wieder einnahm,

wovon ich die Ursache aufgefunden zu haben hoffe, und späterhin anzeigen werde. In dem wiederholten Versuche gaben die Beobachtungen folgende Gröfsen.

t.		b.		b′		m. a.
32	—	30,50	—	31,00	—	30,75
33	—	31,00	—	31,75	—	31,37
34	—	31,50	—	32,30	—	31,90
35	—	32,00	—	33,25	—	32,62
36	—	32,50	—	34,00	—	33,25
37	—	33,00	—	35,00	—	34,00
38	—	33,85	—	36,00	—	34,92
39	—	35,00	—	37,00	—	36,00
40	—	36,00	—	38,25	—	37,12
41	—	37,15	—	39,00	—	38,08
42	—	38,00	—	40,25	—	39,12
43	—	39,25	—	41,00	—	40,12
44	—	40,75	—	42,25	—	41,50
45	—	42,00	—	43,75	—	42,88
46	—	43,75	—	45,25	—	44,50
47	—	45,00	—	46,50	—	45,75
48	—	46,75	—	48,00	—	47,38
49	—	48,50	—	49,75	—	49,12
50	—	50,50	—	51,00	—	50,75
51	—	52,50	—	53,25	—	52,88
52	—	54,50	—	55,00	—	54,75
53	—	56,50	—	57,00	—	56,75
54	—	58,75	—	59,25	—	59,00
55	—	60,50	—	60,75	—	60,12
56	—	62,50	—	63,00	—	62,75
57	—	64,50	—	65,00	—	64,75
58	—	66,75	—	67,25	—	67,00
59	—	68,80	—	69,75	—	69,27
60	—	71,00	—	72,00	—	71,50

t	b	b'	m. a.
61	73,25	74,50	73,88
62	75,50	76,75	75,12
63	78,25	79,75	79,00
64	81,00	82,00	81,50
65	84,00	84,50	84,25
66	86,50	87,00	86,75
67	89,50	89,50	89,50
68	92,75	92,00	92,38
69	95,75	94,75	95,25
70	98,75	96,75	97,75
71	100,50	99,50	100,00
72	103,00	102,50	102,75
73	105,80	104,75	105,27
74	107,50	106,75	107,12
75	111,50	109,00	110,25
75,5	112,00	112,00	112,00

§. 61. Für die Genauigkeit der Versuche entscheidet die Uebereinstimmung der Resultate, die ich absichtlich zur besseren Beurtheilung so ausführlich erzählt habe. Dabey ist ein Hindernifs nicht zu verkennen, welches aus der Reibung des Quecksilbers in der engen und zugleich so langen Röhre entspringt, und sogleich beym Versuche selbst seinen Einflufs zeigt. Allein dadurch werden blofs einzelne Beobachtungen afficirt, ohne dafs die Art im Ganzen verwerflich wird, vorzüglich wenn die Fehler durch das arithmetische Mittel aus den beyden Reihen der Beobachtungen fast völlig verbessert werden. Vor allen andern ist der lezte Versuch der vorzüglichste, weil dabey die Wärme am gleichmäfsigsten regirt wurde, und um die befolgte Methode

auch in Hinsicht auf Kleinigkeiten richtiger schätzen zu können, füge ich noch die Bemerkung hinzu, daſs die Zeit, welche vom ersten Augenblicke der Erwärmung bis zur rückkehrenden Erkältung unter 30° verfloſs, genau 90 Minuten betrug.

Weil durch diese Versuche die Elasticitäten des Aetherdunstes von der angegebenen Beschaffenheit mit genügender Sicherheit und genauer gefunden sind, als mir dieses durch den Daltonschen Apparat selbst auch mit derjenigen Abänderung möglich scheint, welche H. H Mayer (*) angegeben hat, so halte ich es nicht für überflüssig, die Anwendung der Formel auf die Berechnung des Dunstes von unreinem Aether vermittelst der hierdurch gefundnen Gröſsen zu versuchen. Hierzu scheinen mir diejenigen am paſslichsten zu seyn, welche in allen drey Versuchen am genauesten unter einander übereinstimmen; nämlich für

$$t = 47° \text{ - - - } \varepsilon = 45'',20$$
$$t' = 64° \text{ - - - } \varepsilon' = 81,62$$

woraus nach obiger Rechnung $\log. C = 2,9871272$ also C nahe 970,8 gefunden wird, so daſs also

$$\log. \varepsilon = 2,9739888 + \log. (213+t) - \frac{970,8}{213+t}$$

die Formel zur Berechnung der Elasticitäten ist. Sie giebt die Elasticität für 0° = 5,554 . . . Zoll, und für 10° = 9,31 . . . Zoll, imgleichen den Siedepunkt bey 35°, welches mit dem im 31sten Versuche erhaltenen Resultate genau genug übereinstimmt.

(*) S. comment. §. 24. p. 15.

§. 62. Es ist zu bedauern, dafs die verschiedenen Beobachtungen der Erscheinungen, welche man beym Schwefeläther von verschiedener Qualität wahrgenommen hat, nicht zugleich eine Bestimmung des specifischen Gewichts desselben enthalten, um durch Vergleichung zu genaueren Resultaten zu gelangen. Dalton (*) hat seinen Untersuchungen blofs eine oberflächliche Angabe hinzugefügt, welche aber dennoch geeignet ist, bey einer Vergleichung auf dem indirecten Wege gebraucht zu werden, indem er den Siedepunkt des gebrauchten Aethers bey 102° F = 31°,11 .. R. in freyer Luft setzt. Hierbey ist zwar der Stand des Barometers nicht angegeben, auch nicht die Art, wie diese Bestimmung erhalten ist; allein es läfst sich mit vieler Wahrscheinlichkeit annehmen, dafs der gebrauchte Aether keineswegs absoluter, aber an Reinheit demjenigen vorzuziehen war, womit meine Versuche angestellt sind. H. H. Mayer folgert aus der Depression des Quecksilbers in der torricellischen Röhre, dafs der von ihm gebrauchte Aether von gleicher Güte gewesen sey, als der Daltonsche; allein mich dünkt, dafs dieser Versuch für eine solche Probe unzulässig ist. Aus diesem Grunde ist es unmöglich, durch fremde und eigene Erfahrungen zu bestimmen, ob und in wiefern die Elasticitäten des Aetherdunstes von verschiedener Qualität ein regelmäfsiges Gesetz befolgen oder nicht. Beyläufig bemerke ich aber noch, dafs kleine Antheile Alcohol, oder welche sonstige

(*) S. Voigts Mag. IV. 6. p. 771. Gilb. Ann. XV. 39.

Substanzen die Naphtha verunreinigen, ihr specifisches Gewicht nur unmerklich, die Elasticität und Dichtigkeit des Dunstes aber sehr bedeutend abzuändern vermögen.

§. 63. Sobald ich mich überzeugt hatte, daſs der gebrauchte Aether kein absoluter gewesen war, und daſs die beobachteten Elasticitäten mit denjenigen wenig übereinstimmten, welche ich in späteren Versuchen gefunden habe, daſs ferner in Versuch 29 der mehr elastische Aetherdunst durch die Pumpe exantlirt und ein Rest tropfbarer Flüssigkeit, welche einen weniger elastischen Dunst erzeugte, im Gläschen zurückgeblieben seyn muſste; konnte ich nicht hoffen, die Dichtigkeit des Dunstes mit vollkommener Genauigkeit zu bestimmen. Offenbar muſste ich nämlich voraussetzen, daſs auch im Ballon der flüssige Antheil des Aethers zuerst verdunstet sey, und demnächst die rückständigen Substanzen, beyde aber nach verschiedenen Gesetzen. Angenommen aber, daſs der später verdunsteten beygemischten heterogenen Substanzen ungeachtet der Werth von $\frac{1}{v}$ aus den Versuchen bestimmt werden kann; so lassen sich ohngeachtet der beobachteten geringeren Elasticität die Dichtigkeiten dennoch berechnen. Nach der oben angezeigten Art der Berechnung und der dort gewählten Bezeichnung geben die Versuche folgende Werthe für $\frac{1}{v}$.

Vers.	t.	ε	$\frac{1}{v}$	δ
16	16°	12,432	0,0015234 . .	0,000082704 . . .
17	2°	6,182	0,0020100 . .	0,000057793 . . .
18	6°	7,614	0,0020634 . .	0,000071743 . . .

Da die beyden lezteren Werthe sehr genau zusammenstimmen, aufserdem auch der für 6° gefundene der gröfste ist, mithin die Werthe für $\frac{1}{v}$ bey wachsender Temperatur nicht abnehmen, wie sonst aus dem Resultate des 16ten Vers leicht gefolgert werden könnte; so ist es möglich, dafs auch die Dichtigkeiten des Aetherdunstes von der angezeigten Qualität dasjenige bleibende Gesetz befolgen, welches durch die Formel ausgedrückt wird. Das abweichende Resultat des 16ten Versuches kann hiergegen nichts beweisen, indem eine Abänderung der beobachteten Temperatur um einen Grad den Werth von $\frac{1}{v}$ auch in diesem Versuche demjenigen sehr nahe bringen würde, welcher aus den beyden übrigen berechnet ist. Es wird daher nicht überflüssig erscheinen, sollte es auch blofs zur Vergleichung mit den weiter zu bestimmenden Werthen für absoluten Aether seyn, wenn ich in nachstehender Tabelle nach dem mittleren Werthe von $\frac{1}{v} = 0{,}0020367$, dessen log. $=$ 0,3089071 — 3 ist, und welchen ich aus leicht zu begreifenden Gründen gar nicht erhöhe, die Elasticitäten und Dichtigkeiten für unreinen Aetherdunst bey den verschiedenen Temperaturen berechne, und mit den durch Ver-

suche gefundenen Werthen für die Elasticität zusammenstelle. Ich habe dieser Tabelle in Vergleichung mit den übrigen einen beschränkteren Umfang gegeben, weil sie theils von beschränkterem Nutzen ist, in so fern kein sicheres Maſs des unreinen Aethers angegeben werden kann, theils von viel geringerer Genauigkeit hinsichtlich der gefundenen Gröſsen, weil das Schwankende und Ungewisse der dabey zum Grunde liegenden Werthe keinen Augenblick verborgen seyn kann.

Temperatur	Dicktigkeit des Aetherd.		ε nach Rechn.	ε nach Vers.
	gegen Wasser	gegen Aether von 0,746		
- 10°	0,00003167	0,00004246	3,157	
- 5°	0,00004117	0,00005519	4,205	
0°	0,00005311	0,00007119	5,554	
1°	0,00005577	0,00007477	5,861	
2°	0,00005855	0,00007849	6,181	
3°	0,00006144	0,00008236	6,516	
4°	0,00006444	0,00008638	6,866	
5°	0,00006756	0,00009056	7,231	
6°	0,00007080	0,00009490	7,613	
7°	0,00007416	0,00009941	8,012	
8°	0,00007765	0,00010410	8,426	
9°	0,00008146	0,00010920	8,879	7,40
10°	0,00008502	0,00011397	9,310	7,80
11°	0,00008912	0,00011946	9,802	8,10
12°	0,00009295	0,00012460	10,269	8,40
13°	0,00009712	0,00013020	10,778	8,75
14°	0,00010145	0,00013600	11,308	9,00
15°	0,00010593	0,00014200	11,859	9,30

Temperatur	Dichtigkeit des Aetherd. gegen Wasser	Dichtigkeit des Aetherd. gegen Aether von 0,746	ε nach Rechn.	ε nach Vers.
16°	0,00011056	0,00014821	12,432	
17°	0,00011535	0,00015463	12,926	9,80
18°	0,00012031	0,00016128	13,646	10,05
19°	0,00012544	0,00016814	14,289	11,30
20°	0,00013073	0,00017255	14,957	11,50
21°	0,00013620	0,00018258	15,650	
22°	0,00014186	0,00019016	16,368	12,20
23°	0,00014769	0,00019798	17,114	
24°	0,00015371	0,00020605	17,888	
25°	0,00015994	0,00021440	18,691	
26°	0,00016634	0,00022297	19,520	
27°	0,00017294	0,00023183	20,381	
28°	0,00017976	0,00024096	21,272	
29°	0,00018679	0,00025038	22,195	
30°	0,00019402	0,00026008	23,150	
31°	0,00020151	0,00027008	24,138	29,30
32°	0,00020915	0,00028037	25,161	29,50
33°	0,00021705	0,00029096	26,218	29,75
34°	0,00022519	0,00030187	27,311	30,00
35°	0,00023356	0,00031308	28,441	31,43
40°	0,00027910	0,00037413	34,671	34,25
45°	0,00033122	0,00044400	41,961	41,75
50°	0,00039053	0,00052710	50,432	50,75
55°	0,00045674	0,00061346	60,222	60,12
60°	0,00053317	0,00071471	71,470	71,50
65°	0,00061777	0,00082811	84,330	84,25
70°	0,00071207	0,00094542	98,948	97,75
75°	0,00079814	0,0010699	112,86	112,00

Temperatur	Dichtigkeit des Aetherd. gegen Wasser	Dichtigkeit des Aetherd. gegen Aether von 0,746	ε nach Rechn.	ε nach Vers.
80°	0,00093240	0,0012489	134,14	
85°	0,0010597	0,0014205	155,06	
90°	0,0011966	0,0016040	178,02	
95°	0,0013520	0,0018122	204,46	
100°	0,0015181	0,0020350	233,32	

Die Unterschiede zwischen den berechneten und den beobachteten Elasticitäten erhalten durch später folgende Betrachtungen eine hinlängliche Erklärung.

§. 64. Inzwischen schien es mir, als wenn ich meine Verpflichtung gegen das Publicum nur halb erfüllt hätte, wenn ich nicht für absoluten Aether die Gesetze der Verdunstung gleichfalls aufzusuchen mich bemühete, um so mehr, da es interessant seyn mufs zu entdekken, ob hierbey die vorher bemerkten Widersprüche verschwinden, und ob nicht die erwähnten Beobachtungen anderer Physiker mit den meinigen in Uebereinstimmung zu bringen sind, eine Untersuchung, welche ich während der Bearbeitung des Ganzen füglich zu Stande bringen konnte.

Zuerst verschafte ich mir durch H. Wiegand, Gehülfen in der Apotheke des H. Lück, eine Quantität Schwefeläther, welcher so oft durch Wasser, Kochsalz, und caustisches Cali geläutert und zulezt in so geringer Menge von einer gröfseren Quantität abgezogen wurde, dafs er gewifs für absoluten gelten konnte. Weil ich durch die Art der Bereitung hier-

von gewifs überzeugt war; so hielt ich es für überflüssig, das specifische Gewicht desselben zu bestimmen, da ich ohnehin sparsam mit demselben haushalten, und auf keinen Fall eine hinlängliche Genauigkeit erwarten konnte. Hiermit machte ich nacheinander folgende sehr interessante Versuche.

Versuch 35.

§. 65. Zuerst nahm ich eine neue Glasröhre, reinigte sie sorgfältig, füllte sie mit reinem Quecksilber, kochte sie genau aus, und liefs dann einige Linien hoch von dem Aether in den torricellischen Raum steigen. Durch ein nebenhängendes Thermometer beobachtete ich in verschiedenen Temperaturen folgende Barometerstände, indem die Depressionen des Quecksilbers in der torricellischen Röhre nach dem jedesmaligen Barometerstande gemessen, als das Mafs der Elasticitäten des im leeren Raume gebildeten Aetherdunstes angesehen wurden.

t.		ε	t.		ε	t.		ε
3°	—	8,00	11°	—	12,01	24°	—	21,85
4°	—	8,40	12°	—	12,62	25°	—	22,20
5°	—	8,70	13°	—	13,40	26°	—	22,90
6°	—	9,37	14°	—	14,01	27°	—	23,85
7°	—	9,81	15°	—	14,60	28°	—	24,20
8°	—	10,26	16°	—	15,03	29°	—	24,90
9°	—	10,97	22°	—	20,40	30°	—	25,90
10°	—	11,50	23°	—	21,00			

Unter sehr vielen mit grofser Mühe und Sorgfalt angestellten Beobachtungen habe ich nur die am meisten übereinstimmenden mit-

zutheilen für nöthig erachtet. Denn ich habe mich bald überzeugt, daſs auf diese Weise wegen der groſsen Empfindlichkeit des Aetherdunstes gegen den Einfluſs der Wärme nur alsdann einzelne richtige Resultate erhalten werden können, wenn der Apparat anhaltend in einem Zimmer stehen bleibt, welches seine Temperatur nicht merklich verändert. Die Anwendung künstlicher Wärme, z. B. des Ofens, deren ich mich bediente, giebt sehr unrichtige Resultate. Denn als ich das Thermometer, welches dicht neben dem noch flüssigen Aether an der Röhre hängend 31° zeigte, in das Quecksilber des Gefäſses tauchte, ging es auf 28°,4 herab, und als dieses leztere bis 30° erhitzt wurde, fing der Aether in der Röhre an zu sieden und drohete durch das sperrende Quecksilber zu entweichen, wodurch der Siedepunkt desselben für 30° bestimmt wird. Der Stand des Quecksilbers im Gefäſse ist bey diesen Beobachtungen corrigirt.

Versuch 36.

§. 66. Um den Coefficienten der Dichtigkeit zu finden, nahm ich aufs Neue meine Zuflucht zu dem oft gebrauchten Ballon, richtete denselben wie gewöhnlich ein, nnd exantlirte, bis das Heberbarometer eine Linie Differenz zeigte. Der Aether im Röhrchen wog 327 Mites und betrug also

$$\begin{array}{lcl} \log. v & = & 0{,}1887830 - 4 \\ \log. 327 & = & 2{,}5155478 \\ \hline \log. J & = & 0{,}7033308 - 2 \end{array}$$

$0{,}05054 \ldots = \frac{1}{19{,}8 \ldots}$ Cubik Zoll oder

$0{,}00032583 \ldots = \frac{1}{3069}$ vom Inhalte des Ballons, wenn wir annehmen, daſs er gleiche Dichtigkeit mit dem Wasser gehabt habe.

Meine Furcht, daſs diese groſse Menge Aether bey einer mittleren Temperatur nicht verdunsten würde, erschien sehr bald als ungegründet, und ich erfuhr zu meiner nicht geringen Befremdung, wie groſs der Coefficient der Dichtigkeit für absoluten Aether ist. Bey 11°,5 wurde das Röhrchen gesprengt, und dieses gewährte mir einen überraschend herrlichen Anblick. In dem Momente, als die untere Spitze der Röhre absprang, verbreitete sich wie ein Blitz ein sehr weiſs schimmernder Nebel im ganzen innern Raume, und alsobald war das Ganze wieder helle. Alles dieses dauerte nicht länger als höchstens 0,5 Secunde, denn die Erscheinung des weiſsen Schimmers läſst sich nicht besser vorstellen, als wenn man sich denkt, daſs ein Quasten sehr feiner silberner Tressen oder ein lose zusammengeschlagener weiſser Flor von unten auf schnell vor den Augen hingezogen wurde. Das Heberbarometer zeigte 2 Zoll 11 Lin., und es lieſs sich hieraus folgern, daſs die früher beobachteten Elasticitäten zu niedrig gewesen, daſs aber in Gemäſsheit der berechneten Werthe für die Elasticität die in Untersuchung genommene Menge Aether nur erst bey einer Temperatur tief unter 0° zur vollen Verdunstung kommen werde. So sehr ich daher ihren Verlust be-

dauerte, so glaubte ich doch ungesäumt zu einem neuen Versuche mit einer gröſseren Quantität schreiten zu müssen.

Versuch 37.

§. 67. Der Ballon wurde wie vorher zugerichtet. Der Aether im Röhrchen wog 693 Mites und betrug also

$$\begin{array}{lcl} \log.\ v & = & 0{,}1887830 - 4 \\ \log.\ 693 & = & 2{,}8407332 \\ \hline \log.\ J & = & 0{,}0295162 - 1 \end{array}$$

$0{,}10703 = \frac{1}{9{,}34}$ Cub. Zoll und $0{,}00069053\ldots$ $\frac{1}{1448\ldots}$ vom Inhalte des Ballons, die Dichtigkeit des Aethers der des Wassers gleich gesetzt.

Das Vacuum wurde bis auf eine Linie Differenz gebracht, und das Röhrchen bey einer Temperatur von 12° gesprengt, worauf die ganze Quantität Aether in derselben mit starkem Geräusche herausfuhr, auch die plötzliche Bildung eines Nebels wieder eintrat, jedoch weniger schön als vorher, indem nicht die ganze Menge sogleich in Dunst verwandelt werden konnte, sondern ein beträchtlicher Theil auf dem Boden des Ballons in tropfbar flüssiger Gestalt zurückblieb. Das Thermometer ging hierbey auf 7° herab, doch wundert mich zugleich, daſs nicht der ganze Ballon von Auſsen mit Wasserdunst beschlagen wurde, sondern daſs dieses nur an derjenigen Stelle geschahe, wo die Quantität flüssigen Aethers am Boden stand. Nach etwa zwey Stunden

war der Ballon überall klar und das Thermometer auf 10° gestiegen. Schon fürchtete ich auch diesesmal eine zu geringe Quantität Aether genommen zu haben, als sich am Abend bey abnehmender Temperatur ein starker Niederschlag zeigte, und es gelang mir darauf, durch wiederholte Beobachtungen in der Kuhle des Morgens und Abends den Punkt der vollen Verdunstung bey 7°,5 zu finden.

Versuch 38.

§. 68. Augenblicklich richtete ich einen ähnlichen Versuch zu. Der Aether wog 959 Mites und betrug also

$$\begin{array}{lcl} \log.\ v & = & 0{,}1887830 - 4 \\ \log.\ 959 & = & 2{,}9818186 \\ \hline \log.\ J & = & 0{,}1706016 - 1 \end{array}$$

$$0{,}14812 = \frac{1}{6{,}7514\ldots}\text{ Cub. Zoll od. } 0{,}0005558\ldots$$

$= \frac{1}{1046{,}5}$ vom Inhalte des Ballons, seine Dichtigkeit der des Wassers gleich gesetzt. Das Vacuum wurde wieder auf eine Linie gebracht, (denn weiter reichte die Luftpumpe in ihrem dermaligen Zustande nicht) und bey 12°,5 das Röhrchen gesprengt. Die Erscheinung war abermals höchst interessant, indem der weiſs schimmernde Nebel eben so schnell gebildet wurde, als er wieder verschwand. Inzwischen konnte nicht aller Aether in dieser Temperatur verdunstet werden, welche beyläufig auf 9°,25 herabging, auch in der damals herrschen-

den mittleren Temperatur von 12° blieb ein Theil am Boden stehen. Der Punkt der vollen Verdunstung lag aber nicht viel höher, und konnte daher mit solcher Genauigkeit für 13°,5 bestimmt werden, dafs gegen dieses Resultat gar keine Zweifel obwalten.

§. 69. Zugleich schien es mir interessant, bey dieser Gelegenheit eine mit Wasserdunst früher angestellte Untersuchung mit Aetherdunst zu wiederholen. Durch den sichtbaren Niederschlag, welcher sich in den beyden lezten Versuchen beym Zulassen der atmosphärischen Luft in den Ballon gebildet hatte, konnte ich es als entschieden ansehen, dafs gewöhnliche atmosphärische Luft den Dunst des Aethers auf dem Punkte seiner vollen Verdunstung, also im Maximo seiner Dichtigkeit nicht aufzunehmen vermag; allein aus der Erfahrung, die ich bey Gelegenheit des 18ten Versuches erzählt habe, folgt selbst für den Dunst des unreinen Aethers, dafs die atmosphärische Luft im gewöhnlichen Zustande ihrer Trockenheit wenigstens eine beträchtliche Menge desselben ohne einen sichtbaren Niederschlag zu bilden, beym gewöhnlichen Barometerstande binden kann. Zudem hatte ich bey den lezten Versuchen nicht lange genug gewartet, um mit Bestimmtheit zu entscheiden, ob der entstandene Niederschlag nicht almälig wieder aufgelöset würde. Denn es ist noch nicht durch die Erfahrung entschieden, ob nicht der Dunst verschiedener tropfbarer Flüssigkeiten auf dem Punkte der Sättigung neben einander in der atmosphärischen Luft existiren könne.

Versuch 39.

Um über diese interessante Frage im gröſseren Umfange und mit mehrerer Sicherheit zu entscheiden, benutze ich die Gelegenheit, als nach einem starken Regen und fortwährend mit dicken Wolken bedecktem Himmel am 22sten September die Atmosphäre gewiſs beträchtlich feucht seyn muſste, und füllte den Ballon auſserhalb des Fensters über einer Menge nasser und mit Tropfen vom eben gefallenen Regen reichlich überschütteten Bäume und Stauden, bey einer Temperatur von 13°,5 sowohl im Ballon als im Freyen mit atmosphärischer Luft. Das Thermometer stieg auf 15°,5, und es entstand ein so starker Niederschlag, welcher sich genau in der Mitte des Ballons an den Glaswänden zu bilden schien, daſs derselbe nicht bloſs stromweise herabfloſs, sondern daſs sich das mit der Spitze am Boden stehende Röhrchen durch die eindringende Luft fast einen Zoll hoch mit Aether füllte. Allein binnen 30 Secunden war dieser sämtliche Niederschlag bis auf einen feinen, die ganze innere Fläche des Ballons überziehenden Nebel wieder verschwunden, nachdem der Ballon, wie sich von selbst versteht, sogleich wieder verschlossen war. Der Aether aus der Röhre verlor sich nur almälig, das Thermometer ging wieder herab, allein die niedergeschlagenen Dünste wollten sich nicht auflösen. Nachdem der Apparat in einer zwischen 10° bis 14° wechselnden Temperatur einen ganzen Tag gestanden hatte, brachte ich ihn in ein wärmeres Zimmer, worin der Niederschlag durch

eine Temperatur von 16°,5 völlig expandirt wurde.

Da diese Erhöhung derjenigen Temperatur, bey welcher vorher der Punkt der vollen Verdunstung für Aetherdunst allein gefunden war, gar nicht beträchtlich ist; so bedarf es einer neuen Reihe von Versuchen, um zu bestimmen, in welchem Verhältnisse der Dichtigkeiten der Dunst verschiedener tropfbarer Flüssigkeiten in der Luft enthalten seyn kann, indem die Theorie hierüber gar keine Auskunft giebt. Wollte man annehmen, dafs die Summe zweyer Flüssigkeiten bey derjenigen Temperatur in Dunstgestalt in der Luft enthalten seyn könne, welche der Summe der Temperaturen über 0° gleich sey, wobey jede einzelne in vollkommener Dunstgestalt erhalten wird; (wonach also die Quantität Wasserdunst in der zugelassenen Luft einer Temperatur von 16°,5 — 13°,5 = 3° zugehört hätte) so ist hierbey ein willkührlich fester Punkt, nemlich der Eispunkt als ein nothwendig fester angenommen, welches unzulässig ist, abgesehen davon, dafs diese Temperatur von 3° für den Verdunstungspunkt des in der zugelassenen atmosphärischen Luft enthaltenen Wassers für die obwaltenden Bedingungen höchst wahrscheinlich, wenn nicht absolut gewifs, viel zu niedrig ist. Hierüber einmal bey gelegener Zeit eine neue Reihe von Versuchen anzustellen, mufs ich mir für die Zukunft vorbehalten, da ohnehin die hier gelieferten Untersuchungen an Ausführlichkeit und Umfang meinen anfänglich entworfenen Plan schon sehr weit überschreiten. Auf das höchst Interessante dieser Erscheinung darf

ich aber gewifs nicht besonders aufmerksam machen, da es sich einem jeden von selbst darbietet. Irre ich nicht, so war der an den inneren Wänden zulezt beobachtete Nebel nichts anders als Wasserdunst, welcher durch den, der Luft näher verwandten Aetherdunst ausgeschieden wurde, soviel nemlich dieser leztere nicht selbst in sich aufgenommen haben mogte. Also auch hier hätten wir die Wirksamkeit der überall in der Natur so mächtigen Affinitätsgesetze. Doch es ist mein Zweck, diese Abhandlung von allen Hypothesen gänzlich frey zu erhalten.

§. 70. Um der Vollständigkeit willen sowohl, als wegen des hohen Interesses, welches diese Frage haben mufs, blieb noch zu untersuchen, ob denn die trockne Luft eine gleiche Quantität Aetherdunst aufzunehmen vermag, als im leeren Raume expandirt werden kann. Denn wenn man gleich diesen Satz meistens als erwiesen annimmt; so hat doch diese Annahme wirklich etwas Sonderbares, so lange man noch nicht aufgefunden hat, wie grofs die Dichtigkeit des Aetherdunstes im leeren Raume bey den verschiedenen Temperaturen ist (*).

Versuch 40.

Um auch diese Aufgabe auf dem Wege der Erfahrung wenigstens durch einen einzigen Versuch zur definitiven Entscheidung zu brin-

(*) Die bekannten und schätzbaren Angaben des H. v. Saussüre werden wir unten zu prüfen Gelegenheit haben.

gen, benutzte ich von dem noch übrigen Aether einen Theil, um nochmals eine Röhre zu füllen, und nachdem ich den Ballon sorgfältig gereinigt und wie gewöhnlich aptirt hatte, exantlirte ich denselben. Der Aether betrug 752 Gewichtstheile und machte also

$$\begin{array}{lcl} \log.\ v & = & 0{,}1887830 - 4 \\ \log.\ 752 & = & 2{,}8762178 \\ \hline \log.\ J & = & 0{,}0650008 - 1 \end{array}$$

$0{,}11614\ldots = \frac{1}{8{,}6099}$ Cub. Z. oder $0{,}00074932\ldots$

$= \frac{1}{1334{,}5}$ vom Inhalte des Ballons aus, wenn seine Dichtigkeit der des Wassers gleich gesetzt wird. Das Vacuum war wie gewöhnlich, das Röhrchen wurde gesprengt, und die Erscheinung beym Zersprengen desselben war der im vorletzten Versuche beschriebenen ähnlich, minder imposant als im lezten, aber sie überraschte dennoch ausnehmend meinen Collegen und Freund, den bekannten Mineralogen H. P. Ullmann d. ä., welcher diesen auffallenden Naturprozeſs einer so unglaublich schnellen Veränderung des Aggregatzustande tropfbarer Flüssigkeiten mit anzusehen wünschte. Die volle Verdunstung fand bey 9° statt und wurde mehrmals beobachtet, um die erforderliche Temperatur genau angeben zu können, jedoch bey der ungewöhnlichen Wärme für diese Jahreszeit gleichfalls bloſs in der Kühlung des Abends und Morgens.

Während ich diesen Versuch einrichtete, hatte ich auf dem mehrerwähnten Reservetellér der cuthbersonschen Luftpumpe caustisches

Cali in einem papiernen Schüsselchen unter die zu diesem Zwecke früher gebrauchte Campane gestellt, und den Apparat durch einen Hahn luftdicht verschlossen. Als dieses dreymal 48 Stunden gestanden, liefs ich die Luft bey einer Temperatur von 16° einströmen, ohne dafs die geringste Spur eines Niederschlags zum Vorschein kam. Die höhere Temperatur, welche in diesen Tagen (den 27ten September) herrschte, war der Abkühlung des Ballons ungünstig, weswegen ich den Punkt der vollen Verdunstung nach dem ersten Zulassen der Luft gar nicht untersuchen konnte. Nach 48 Stunden liefs ich abermals eine Portion Luft bey fast gleicher Temperatur einströmen, ohne irgend eine bemerkenswerthe Erscheinung wahrzunehmen. Nach abermals 24 Stunden, am Morgen des ersten Octobers benutzte ich die eingetretene gröfsere Kälte, um den Punkt der vollen Verdunstung dieser Mischung zu finden, nachdem ich abermals bey 8° und einem geringen Niederschlage Luft hineingelasssn hatte. Durch dieses Zulassen stieg das Thermometer um 0°,5, fiel aber bald auf die vorige Temperatur, und der Ballon wurde zu meiner nicht geringen Ueberraschung vollkommen klar, sobald die Erwärmung desselben 8°,75 erreicht hatte, es erschien aber sogleich ein Niederschlag, wenn die Temperatur tiefer herabging. Mehrere Tage liefs ich bey noch niedrigerer Temperatur Luft einströmen, um von ihrer, der äufsern völlig gleichen Dichtigkeit gewifs zu seyn, und beobachtete wiederholt unter den günstigsten Umständen den Punkt der vollen Verdunstung, wurde aber dadurch immer

fester überzeugt, dafs derselbe auf allen Fall unter 9° liege, und mit gröfserer Genauigkeit auf 8°,75 wenn nicht noch tiefer gesetzt werden könne. Der Barometerstand war in diesen Tagen im Mittel 27″8‴,5 . Cor. Th. 8°. Da andere Physiker so wenig als ich selbst geneigt seyn werden zu glauben, dafs der Punkt der vollen Verdunstung von Aetherdunst im luftvollen Raume tiefer liege, als im luftleeren; (wiewohl das Resultat meines Versuches, genau berücksichtigt, dafür spricht); so ist der geringe Unterschied beyder Temperaturen einem Beobachtungsfehler zuzuschreiben, die erforderliche Temperatur auf 8°,75 zu setzen, und der Satz durch directe Erfahrung erwiesen, dafs eben so viel Aetherdunst in einem luftvollen Raume existiren könne, als im leeren.

§. 71. Schon früher als ich diese Versuche machte, und mich in einiger Verlegenheit wegen der grofsen Unterschiede zwischen den Resultaten der Rechnung und meiner früheren Versuche befand, wandte ich mich an H. P. Schmidt in Giefsen, dessen vielumfassende Erudition gewifs nur selten vergebens in Anspruch genommen wird, um ihn zu bitten, mir die Resultate der von ihm wahrscheinlich gemachten Beobachtungen über die Elasticitäten des Aetherdunstes mitzutheilen. Durch die Güte desselben erhielt ich viel mehr, als ich erwartet hatte, nämlich zwey Reihen Beobachtungen mit Ciarcy's Dampfbarometer (*), die eine mit A bezeichnet in freyer Luft durch ein

(*) S. dessen Beschreibung bey Gren v. J. IV. imgleichen des Verfassers Handb. p. 295, wo die verbesserte Art beschrieben ist.

nebenhängendes Thermometer, die andere mit B bezeichnet so angestellt, daſs die mit Quecksilber und einer dünnen Schicht Aether gefüllte Kugel in ein hinlänglich weites Gefäſs mit Wasser gesenkt wurde, welches almälig erkaltete. Der gebrauchte Aether war vom H. P. Schmidt selbst über gebrannten, selbst zerfallenen Kalk, welcher die ganze Menge in sich gesogen hatte, so vorsichtig rectificirt, daſs er füglich für absoluten gelten konnte (*). Folgendes sind die beyden Reihen Beobachtungen, wobey die Tausendtheile der Zolle aus der Correction des Niveau's hervorgehen.

(*) Das spec. Gewicht des Aethers hat H. P. Schmidt nicht bestimmt, und ich habe dieses gleichfalls nicht gethan, weil die Schwierigkeiten einer solchen Bestimmung ausnehmend groſs sind. Schwerlich wird sich nämlich der Physiker zu irgend einem genauen Versuche so vielen Aether bereiten, um ein allgemeines Aräometer (Gravimeter) oder einen massiven Körper von Glas, wie sie zu den hydrostatischen Waagen meistens gehören, hineinzusenken, und selbst in dem Falle, daſs eine so groſse Menge zur Disposition stände, macht die Veränderlichkeit des Niveau's bey der schellen Verdunstung dieser Substanz, vorzüglich aber die starke und schnelle Aenderung des Volumens bey wechselnder Temperatur, welche eben so groſs als unvermeidlich ist, die Resultate höchst unsicher. Die Ausdehnung des Aethers für bestimmte Temperaturen ist zwar gleichfalls noch nicht mit gehöriger Sorgfalt untersucht, allein daſs sie sehr stark ist, davon habe ich mich durch einen Zufall überzeugt, und es muſs dieses nach den in der ersten Anmerkung aufgestellten Gesetzen der Fall seyn, da der Siedepunkt desselben der mittleren Temperatur sehr nahe liegt. Im vorlezten Versuche blieb in der zusammengeschmolzenen Röhre ein Dunstbläschen von der Gröſse einer starken Erbse. Als ich aber die Bleykugeln befestigen wollte, verschwand dieselbe durch die Wärme der Hand gänzlich, und ich muſste eilen, als ich diesen Umstand zum Glück noch zeitig genug entdeckte, die Röhre etwas abzukühlen, um ihr Zerspringen zu verhüten. Eine solche Abwägung in einem kleinen

A.			B.		
t		b	t		b
7°,4	—	8,840	8°,6	—	9,350
8°,9	—	9,360	15°	—	12,635
9°,5	—	9,644	16°	—	13,340
10°,5	—	9,921	17°	—	13,947
12°,5	—	10,985	18°	—	14,704
13°,5	—	11,942	19°	—	15,361
	B.		20°	—	16,258
26°	—	21,450	21°	—	17,125
27°	—	22,417	22°	—	17,882
28°	—	23,424	23°	—	18,699
29°	—	24,491	24°	—	19,546
30°	—	25,698	25°	—	20,443
31°	—	26,715			

Versuch 41.

§. 71. Um auch meinerseits diese Untersuchungen noch etwas weiter, vorzüglich über

Röhrchen, als ich mit unreinem Aether angestellt habe, würde man aber vergebens versuchen, indem die schnelle Verdunstung eine feine Waage gar nicht zum Stillstande kommen läſst. Ob beym Gebrauche von Arnims Microaräometer der Einfluſs der Temperatur vollkommen genaue Resultate zuläſst, wage ich nicht zu entscheiden, bin aber für Aether vorläufig der entgegengesetzten Meinung. Das sicherste mögte wohl seyn, ein Röhrchen mit sehr fein ausgezogenen Spitzen zuerst mit Aether und nachher mit destillirtem Wasser gefüllt, genau zu wiegen. Auf diese Weise füllte ich das zulezt gebrauchte Röhrchen, dessen eine Spitze abgebrochen war, mit destillirtem Wasser, indem ich das Dunstbläschen, welches mit dem Aether zugleich darin enthalten war, mit möglichster Genauigkeit schätzte. Das Wasser wog 1058,25 Gewichtstheile, woraus das specif. Gewicht des Aethers = 752 : 1058,25 = 0,7106... : 1 gefunden wird. Weil ich aber glaube, daſs von Saussüre bey seinen gehaltreichen Untersuchungen über den Aether die Bestimmung des

den Siedepunkt des Aethers hinaus fortznsetzen, entschlofs ich mich mit dem früher gebrauchten Apparate die Elasticitäten des Aetherdunstes auch für höhere Temperaturen durch Versuche zu bestimmen. Allein beym Aptiren desselben zerbrach die Kugel des Barometers, und weil ich sie durch keine andere ersetzen konnte, verfertigte ich ein ähnliches Flaschenbarometer, indem ich die Röhre vermittelst eines Korkes in ein Medicinglas senkte, welches fast ganz mit Quecksilber gefüllt, eine hinreichende Schicht Schwefelnaphtha über demselben enthielt. Viermal mufste ich denselben abändern, indem drey Versuche dadurch verunglückten, dafs der sehr elastische Dunst neben dem Korke sich einen Weg bahnte, und entwich, wodurch die Elasticitäten zu niedrig gefunden wurden. Nach der vierten Abänderung endlich hielt der Apparat zwey Reihen Versuche aus, die erste ohne irgend einen besondern Zufall, die zweyte aber so, dafs beym Anfange der abnehmenden Temperatur die Quecksibersäule aus Ursachen, die ich nicht auffinden konnte, bey einigen Graden sehr ungleich fiel, einigemale stillstand, und sogar wieder zu steigen anfing, ohngeachtet das Thermometer eine regelmäfsige Abnahme der Temperatur zeigte. Vielleicht wurde diese abnorme Erscheinung durch einige entweichende Dunstpartheieen veranlafst, welche ohne eine merkliche Spur im Kitt zurückzulassen einen Weg gefundeu haben müssen,

specif. Gewichts für absoluten Aether zu 0,717 durch mehrere genaue Versuche erhalten habe, so schien es mir zweckmäfsiger, diese und nicht die meinige bey der Berechnung zu gebrauchen.

denn bey der Zerlegung des Apparats konnte ich nichts der Art entdecken. Das erstemal stand der Apparat auf zwey dicken Pappscheiben in einem kupfernen Gefäſse, welches mit vielem Wasser gefüllt war, und durch drey Oellämpchen erhitzt wurde; das anderemal in dem früher gebrauchten Becher mit Oel, für welchen ein einziges Lämpchen hinreichte. Die Erniedrigung des Niveau's betrug wegen der Weite des Glases im Ganzen keine 0,2 Zoll, wie nach der Beendigung des Versuches deutlich gemessen werden konnte, und verdient also eben so wenig, als die Capillardepression in der Röhre, die gewiſs einige Linien betragen mogte, in Rechnung gebracht zu werden. Daſs ich die Anwesenheit irgend einer Spur von Luft im Gefäſse dadurch vermied, daſs ich dasselbe mit Aether ganz voll füllte, und dann die Röhre mit dem Korke hineinsenkte, zugleich aber das Niveau durch die im Korke durch groſse Anstrengung verschiebbare Röhre corrigirte, damit das Quecksilber nicht sogleich vom Anfange an in der Barometerröhre zu hoch steigen mögte, glaubte ich nur gelegentlich erwähnen zu dürfen. Uebrigens haben die Beobachtungen den höchsten Grad von Genauigkeit, indem ich mit zwey eben so aufmerksamen als gewandten Gehülfen arbeitete, von denen einer mit Vermeidung der Parallaxe das Thermometer unverwandt beobachtete, der andere mit einem Winkelmaſse an der lothrecht stehenden Scale den Stand des Quecksilbers maſs, und die Zehntheile der Zolle schätzte, während ich selbst die Beobachtungen einmal aufschrieb, das anderemal aber das

Messen des Quecksilberstandes übernahm, und die Beobachtungen dictirte. Die Erwärmung und Erkältung geschahe so langsam, dafs beyde Versuche zusammen genau fünf Stunden dauerten. Folgendes sind mit Einschlufs des Barometerstandes die gemessenen Höhen der Quecksilbersäule, bey deren Aufzeichnung ich die früher gebrauchten Bezeichnungen beybehalte.

t.		b.		b′		m. a.
33°	—	42,25	—			42,25
34°	—	43,30	—			43,30
35°	—	44,75	—			44,75
36°	—	46,10	—			46,10
37°	—	47,40	—			47,40
38°	—	49,10	—			49,10
39°	—	50,60	—			50,66
40°	—	52,20	—	48,70	—	50,45
41°	—	54,20	—	50,70	—	52,45
42°	—	55,90	—	52,60	—	54,25
43°	—	57,75	—	54,65	—	56,20
44°	—	59,70	—	56,70	—	58,20
45°	—	61,50	—	59,50	—	60,50
46°	—	62,90	—	61,70	—	62,30
47°	—	64,60	—	63,50	—	64,05
48°	—	66,90	—	65,90	—	66,40
49°	—	69,40	—	68,55	—	68,98
50°	—	71,90	—	71,50	—	71,70
51°	—	74,30	—	73,70	—	74,00
52°	—	76,35	—	76,50	—	76,42
53°	—	79,20	—	79,05	—	79,12
54°	—	82,00	—	82,00	—	82,00
55°	—	84,10	—	84,80	—	84,45
56°	—	87,90	—	88,20	—	88,05
57°	—	91,55	—	90,90	—	91,22

t.	b.	b′		m. a.
58° —	93,20	—	—	93,20
59°	—	98,00	—	98,00
60°	102,40	102,40	—	102,40

§. 72. Um diese mit gröſster Aufmerksamkeit angestellte Reihe von Beobachtungen gehörig zu würdigen, muſs ich noch folgende begleitende Umstände erzählen. Die gebrauchte Röhre war an der Lampe zusammengeschmolzen, vorher sauber gereinigt und hatte einen Durchmesser von 0,5 bis 0,75 Linien. Das oberste Ende aber war nicht angeschmolzen, sondern mit Siegellack angeklebt, und weil dieses nicht ohne einige Unbequemlichkeit geschehen konnte; so war ein kleines Löchelchen offen geblieben, aus welchem das aufsteigende Quecksilber herauslief, bis durch schnell bewirkte Abkühlung dasselbe wieder herabsank. Die Menge des ausgelaufenen Metalls betrug reichlich eben so viel, als sich in der ganzen Röhre befand; allein nachdem der Schaden ausgebessert und das Wasser wieder hinlänglich erwärmt war, kam das Quecksilber genau wieder auf seinen vorigen Stand, woraus die Richtigkeit der Messungen mit groſser Sicherheit folgt. Dennoch aber konnte ich den Versuch nicht viel über diese Temperatur fortsetzen, weil die Lämpchen das Wasser nicht weiter zu erhitzen vermogten.

§. 73. Was aber bey diesen Beobachtungen gar nicht übersehen werden kann, ist der auffallend hohe Barometerstand bey den niedrigsten Thermometergraden, und es mögte schwer seyn, diese mit den von H. P. Schmidt und auch den von mir selbst im 55sten Vers. ge-

fundenen Gröfsen in Uebereinstimmung zu bringen. Um diese Erscheinung zu erklären, darf nicht übersehen werden, dafs die Röhre enge, und das Gefäfs verhältnifsmäfsig sehr weit war, mithin der Apparat als Thermometer wirkte, so lange, bis der entstandene Dunst den Druck der Quecksilbersäule tragen mufste. Als aber eine nicht unbedeutende Menge Quecksilber herausgelaufen war, fand diese Bedingung nicht mehr statt, vielmehr würde noch äufsere Luft in den Apparat gedrungen seyn, wenn ich denselben unter 30° hätte erkalten lassen. Aufserdem aber habe ich auch noch bemerkt, dafs schon unter 28° eine Luft- oder Dunstblase über dem Aether gebildet wurde, und almälig zunahm, folglich dafs der Barometerstand nicht allein von der Ausdehnung des Quecksilbers und Aethers herrührte.

Aber woraus bestand diese Dunstblase? War sie etwa atmosphärische Luft, die vom Aether verschluckt durch die Wärme wieder ausgetrieben wurde? H. v. Saussüre hat uns in seinen schätzbaren Versuchen (*) keine Resultate mitgetheilt. ob und wie viele atmosphärische Luft vom absoluten Aether verschluckt wird, aber er giebt an, dafs derselbe vom spec. Gewichte 0,727 ein Volumen kohlensaures Gas verschluckt, welches dem seinigen 2,17 mal gleich seyn soll. Wäre der Aether lange Zeit mit kohlensaurem Gas in Berührung gewesen; so liefse sich eine Verbindung und nachherige Trennung beyder Substanzen vermuthen, allein bey der sorgfältigen

(*) Gilb. Ann. XLVII. 172.

Bereitung desselben und dem allezeit nur momentanen Zutritte der atmosphärischen Luft ist an die Anwesenheit einer solchen Menge kohlensauren Gas gar nicht zu denken. Von atmosphärischer Luft verschluckt Naphtha gewiſs weniger als von kohlensaurem Gas, aber angenommen, daſs sie nicht mehr aufzunehmen vermag als das Wasser nach von Saussüre's Beobachtungen (*), nämlich 0,05 ihres Volumens; so reicht diese Quantität schwerlich hin, das Phänomen zu erklären. Inzwischen bleibt aus vielen übereinstimmenden Beobachtungen kaum etwas anders übrig, als anzunehmen, daſs der Siedepunkt des Aethers bey 30° liegt, und daſs die Dünste erst bey dieser Temperatur den ganzen Druck der Atmosphäre oder 28 Zoll Quecksilber zu tragen vermögen, daſs sich aber schon unter dieser Temperatur Luftarten oder Dünste entwickeln, welche durch den Druck der Atmosphäre nicht wieder in die Flüssigkeit zurückgedrückt werden können, und daher den höheren Barometerstand bewirken. Ob aber bey allen Flüssigkeiten, namentlich beym Wasser, diese nämliche Erscheinung statt findet, verdient durch einen eigenen Versuch ausgemittelt zu werden. Auf allen Fall aber sind die Barometerstände für die Thermometergrade nahe über dem Siedepunkte in den erzählten Beobachtungen zu groſs.

Versuch 42.

§. 74. Eine zweyte, jetzt folgende Reihe von Beobachtungen wurde mit dem nämlichen

(*) S. ebend. 167.

Apparate, das untere Gefäſs in einen Becher mit Olivenöl gesenkt, angestellt.

t.	b.	b′	m a.
31	35,00	34,70	34,85
32	36,00	36,00	36,00
33	37,25	37,10	37,18
34	38,30	38,10	38,20
35	39,10	39,80	39,45
36	40,50	41,40	40,85
37	42,80	42,90	42,85
38	45,00	44,70	44,85
39	46,70	46,50	46,60
40	48,10	48,40	48,25
41	50,40	50,30	50,35
42	52,50	52,20	52,35
43	54,50	54,20	54,35
44	56,55	56,20	56,38
45	58,65	58,30	58,48
46	61,20	60,50	60,85
47	63,10	62,60	62,85
48	65,60	64,80	65,20
49	68,30	67,10	67,70
50	71,60	69,70	70,65
51	74,00	74,00	76,00
52	76,50	76,30	76,40
53	78,80	78,10	78,45
54	81,00	80,80	80,90
55	84,60	84,00	84,30
56	89,10	89,60	89,50
57	—	92,50	92,50
58	96,50	—	96,50
59	100,50	—	100,50
60	104,50	—	104,50
61	108,00	107,90	107,95
62	112,30	112,30	112,30

Diese Beobachtungen, welche ohne irgend einen hindernden Zufall mit gröſster Sorgfalt durchgeführt wurden, geben die vollständigsten Resultate, die man erwarten kann, und dürfen innerhalb der engen Grenzen der Beobachtungsfehler als genügend angesehen werden, daher es hiernach leicht seyn wird, die Elasticitäten zu berechnen und den Werth von $\frac{1}{v}$ zu bestimmen.

§. 75. Ehe ich indeſs diese Rechnung anstelle, glaube ich zuvor die Beantwortung der vorher aufgeworfenen Frage über die Bildung eines Antheils expansibelen Dunstes unter dem Siedepunkte der Flüssigkeiten unternehmen zu müssen. Um auch diese zu entscheiden, stellte ich zwey vergleichende Versuche an.

Versuch 43.

Indem ich es als bekannt und erwiesen ansah, daſs aus dem Wasser in seinem gewöhnlichen Zustande eine Quantität Luft mit einer der Temperatur proportionalen Menge Dunst schon unter der Siedehitze ausgetrieben wird, bedurfte es bloſs einer Prüfung des Verhaltens desselben, wenn alle Luft durch Kochen ausgetrieben war. Um diese anzustellen richtete ich ein Gefäſsbarometer so ein, wie ich es in den eben erzählten Versuchen gebraucht hatte. Die mit einem durchbohrten Korke armirte Röhre senkte ich in das mit Quecksilber gefüllte Gefäſs, lieſs dann destillirtes Wasser bis zur Hälfte verkochen, und goſs dasselbe von dem Reste sogleich voll, drückte den Kork

hinein, und regulirte durch die verschiebbare Röhre das Niveau des Quecksilbers in derselben, und des Wassers im Gefäſse unter dem Korke zum gleichen Stande. Das Gefäſs wurde in einen Becher mit Oel gesetzt, und dieser durch eine Lampe erhitzt. Es gewährte einen interessanten Anblick, das Wasser über der Spiegelfläche des Quecksilbers vollkommen klar zu sehen, wobey von 75° bis 80° kein Luftbläschen sichtbar wurde. Sobald die Temperatur über 80° stieg, wurden Dunstbläschen über der Metallfläche gebildet, deren Durchmesser nicht über 0,5 Linie betrug, allein bis das Thermometer im Oele des Gefäſses 85° zeigte, stiegen nur wenige in die Höhe, und meistens erst durch einiges Schütteln, weil sie durch den Druck des in der Berometerröhre aufsteigenden Quecksilbers zurükgehalten wurden. Sobald ich indeſs den Kork herauszog, fuhr ein Theil Wasserdunst schnell aus dem Glase, und das Wasser gerieth in ein vollständiges starkes Sieden.

Hierdurch ist also ausgemacht, daſs derjenige Dunst, welcher vom Wasser unter dem Siedepunkte aufsteigt, nach den bekannten Gesetzen der Verdunstung gebildet, und der kälteren Luft zugeführt wird, und daſs unter diesem festen Punkte kein expansibeler Dunst, welcher den Druck der Atmosphäre überwinden könnte, gebildet wird. Beyläufig mache ich bey dieser Gelegenheit noch darauf aufmerksam, daſs man, um die Erscheinung des Siedens zu erklären, den Umstand nicht übersehen darf, daſs den zuerst gebildeten Dunstbläschen der Wärmestoff durch das kältere

Wasser entzogen wird. Indem hieraus kleine Vacua entstehen, muſs durch das Zusammenfallen der Wassertheilchen unter sich und gegen den Boden der Gefäſse das eigenthümliche bekannte Simmern hervorgebracht werden, über dessen Ursache ich mich bey der Erwähnung einer seltsamen Erscheinung, welche mit der Heitzung des Eilsener Schlammbades durch Dämpfe verbunden war, ausführlicher erklärt (*) und die Bestätigung meiner Ansicht durch den Grafen Rumford späterhin erfahren habe (**). Erst dann, wenn das Wasser selbst so heiſs ist, daſs es den gebildeten Dunstblasen keine Wärme mehr entzieht, diese also mit ihrer vollen Elasticität aufsteigen, hört das Simmern auf, und ist das Kochen vollständig.

Versuch 44.

§. 76. Es kam demnächst darauf an, das Verhalten des Aethers unter gleichen Bedingungen mit diesen Erscheinungen zu vergleichen. Weil ich aber keinen absoluten Aether mehr hatte, nahm ich sehr rectificirten und entwässerten von demjenigen, wovon der in den erzählten Versuchen gebrauchte zulezt destillirt war, und welcher dem absoluten sehr nahe kommend, wenn nicht ihm völlig gleich geachtet werden kann. Nachdem der zum Wasser gebrauchte Apparat sorgfältig wieder gereinigt, und das Quecksilber in einer Glasröhre abermals ausgekocht war, um das

(*) S. Gilbert Ann. XXIII. 466.
(**) S. Journal d. ph. LXV. 121.

adhärirende Wasser wegzuschaffen, stellte ich den Versuch mit Aether an. Sobald die Temperatur auf 25° gestiegen war, bildete sich unter dem Korke eine Dunstblase, welche so stark zunahm, daſs ich schon bey 30° das Niveau im Gefäſse und in der Röhre nicht mehr gleich machen konnte, weil sonst die Mündung der Röhre aus dem Quecksilber gezogen wäre. Ich trieb die Erhitzung bis 35°, und beobachtete fortwährend sehr feine in groſser Menge vom Spiegel des Quecksilbers aufsteigende Dunstbläschen. Die Höhe des Quecksilbers in der Röhre bey dieser Temperatur habe ich nicht gemessen, allein sie betrug gegen 10 bis 12 Zoll. Sogleich nahm ich den Apparat aus dem Becher, welcher bey diesem Versuche zur Erleichterung der Beobachtungen mit Wasser gefüllt war, setzte ihn auf den Tisch und öffnete den Kork, nachdem ich zuvor die Glasröhre bis auf den Boden gedrückt hatte. Sogleich entwich die Dunstblase unter dem Korke nebst einer Quantität Aether, der Rest aber fing nach aufgehobenem stärkerem Drucke alsobald stark, aber ruhig an zu sieden. Ungesäumt drückte ich den Kork wieder nieder, so daſs dessen Fläche den Aether unmittelbar und ohne ein Luft- oder Dunstbläschen berührte, und das Sieden hörte auf, sobald das Quecksilber in der Röhre durch das Niederdrücken des Korkes höher gestiegen war.

Unterdessen war das Wasser im Becher durch einen Gehülfen wieder bis 27° erkältet, der Apparat wurde wieder in dasselbe gestellt, das Niveau des Quecksilbers in der Röhre re-

gulirt, während die Temperatur bis 30° stieg, ohne daſs sich diesesmal eine Luft- oder Dunstblase bildete. Als die Erhitzung bis fast 32° gebracht war, wobey das Quecksilber einige Zolle in der Röhre stieg, und eine Menge Dunstbläschen von unmeſsbar kleinem Durchmesser in die Höhe stiegen, vorzüglich wenn die Röhre mehr in die Höhe gezogen und das Quecksilber in ihr zum Sinken gebracht wurde, stellte ich den aus dem Becher genommenen Apparat abermals auf den Tisch, und öffnete den Kork, worauf der Aether augenblicklich in ein förmliches, sehr kenntliches Sieden gerieth, welches einige Zeit anhielt. Die Temperatur mogte durch die Berührung mit der Hand und den Einfluſs der äuſsern kältern Atmosphäre auf 30° herabgegangen seyn, so daſs also die Bestimmung des Siedepunktes bey 30° für absoluten Aether der Wahrheit sehr nahe liegt. Ohne allen Zweifel bestand daher das zuerst gebildete Dunstbläschen aus atmosphärischer oder einer sonstigen Luft, welche aus dem Aether ausgetrieben wurde, ehe das Sieden desselben eintrat, und es ist nun leicht erklärbar, daſs bei einem genau verschlossenen Apparate diese ausgetriebene Luft so lange unrichtige Resultate hervorbringen muſste, bis ihre Menge gegen die Quantität des gebildeten Aetherdunstes unmerklich wurde und die vereinten Gesetze der Ausdehnung derselben, imgleichen des Aethers selbst und des Quecksilbers den durch Aetherdunst bewirkten Barometerstand nicht mehr merklich afficirten. Die ersten Beobachtungen müssen daher, wenn sie mit der berechneten

Gröſse zusammengestellt werden, durchaus zu groſs seyn.

§. 77. Wenn wir also nach den vorläufigen genauern Bestimmungen der Elasticität des absoluten Aetherdunstes zur Berechnung der Dichtigkeiten den numerischen Werth der beständigen Gröſsen B und C aufsuchen; so wird es nicht schwer werden, die Formel gleichfalls für Aetherdunst zu benutzen. Zu den hierzu erforderlichen Beobachtungen empfehlen sich ohne Zweifel am meisten diejenigen, welche in den verschiedenen Versuchen die gröſste Uebereinstimmung gezeigt haben. Unter allen scheint mir diejenige, welche H. H. Mayer anführt und die mit der Daltonschen, meiner eigenen und der von Biot (*) sehr genau übereinstimmt, am brauchbarsten zu seyn, nämlich für $t = 13°,3 \ldots \varepsilon = 12'',03$ und zur zweyten wähle ich unbedenklich diejenige, welche im arithmetischen Mittel meiner eigenen Beobachtungen vollkommen übereinkommt, nämlich für

$$t' = 51° \;-\;-\;-\; \varepsilon' = 74'',00$$

Hiernach ist nach der Berechnung die ich ihrer Wichtigkeit wegen ganz hersetze

$$\log.\ \varepsilon' = \log.\ 74,00 = = = 1,8692317$$
$$\log.(213+t) = \log.\ 226,3 = = = 2,3546846$$
$$4,2239163 = f$$
$$\log.\ \varepsilon = \log.\ 12,03 = = = 1,0802656$$
$$\log.(213+t') = \log.\ 264 = = = 2,4216039$$
$$3,5018695 = g$$

(*) S. Gilb. Ann. XXXV. 431.

$$\log.(f-g) = \log.0{,}7220468 = 0{,}8585654-1$$
$$\log.(213+t) = \log.226{,}3 == 2{,}3546846$$
$$\log.(213+t') = \log.264 == 2{,}4216039$$
$$\text{c. ar. }\log.(t'-t) === 8{,}4236585$$
$$\log.C = 3{,}0585124 \text{ giebt}$$

$C = 1144{,}2 \ldots$

$$\log.\varepsilon' = \log.74{,}00 == 1{,}8692317$$
$$-\log.(213+t) = -\log.264 == 2{,}4216039$$
$$0{,}4476278-1$$
$$\frac{C}{213+t} === 4{,}3342000$$
$$B = 3{,}7818278$$

Es ist also die Formel für die Elasticität des Aetherdunstes $= \varepsilon$

$$\log.\varepsilon = 3{,}7818278 + \log.(213+t) - \frac{1144{,}2}{213+t}.$$

Nach einer vorläufigen Uebersicht einiger hiernach berechneten Werthe scheint mir diese Formel sehr brauchbar, um das Gesetz der Elasticitäten für den Dunst des absoluten Aethers auszudrücken, und ich bin nicht zweifelhaft, daſs sich zur Bestimmung der Dichtigkeiten der Werth von $\frac{1}{v}$ aus den drey hierfür angestellten Versuchen mit erforderlicher Sicherheit werde auffinden lassen. Wenn die Berechnung so wie oben für Wasser und Alcohol gezeigt ist, angestellt wird; so geben die drey Versuche folgende Werthe

Vers.	t.	ε	$\frac{1}{v}$	δ
37	7°,5 —	8,6296...	0,0176440..	0,00069053...
40	8°,75 —	9,2832...	0,0178991...	0,00074932...
38	13°,5 —	12,1651...	0,0177918....	0,00095558...

Unter diesen Gröſsen ist die erste wahrscheinlich etwas zu klein, am richtigsten gefunden ist sicher die lezte, allein weil ein Temperaturunterschied von 0,°25 eine sehr groſse Differenz giebt, die Resultate alle nur wenig abweichen, aus mehrerwähnten Gründen aber die Punkte der vollen Verdunstung für höhere Temperaturen leicht eine Kleinigkeit zu hoch gefunden werden; so halte ich es für das Sicherste, den für 8°,75 gefundenen Werth von $\frac{1}{v}$ allein zu benutzen, und auf 0,0179 zu vermehren, dessen log. = 0,2528530 — 2 ist.

§. 78. Eine Vergleichung der von mir gefundenen Bestimmung der Dichtigkeit des Aetherdunstes mit den Resultaten anderer Physiker wird nach den mir zu Gebote stehenden Hülfsmitteln und den noch gar nicht zahlreichen Arbeiten in diesem Zweige der Naturwissenschaften nur eine dürftige Ausbeute geben. Am meisten Autorität hat ohne Zweifel eine sehr bekannte Angabe des H. v Saussüre, dessen Untersuchungen über den Aether im Allgemeinen unter die klassischen gehören (*). Nach ihm wiegen 1000 Cub. Zoll reiner Aetherdunst bey 68 F = 16° R.; 654,47 Grain (**). Es ist aber

(*) Die Abhandlung steht im Journ. de ph. LXIV. 316—354. Von mir entlehnt aus Gehlen's J. IV. 48.

(**) Bey Gehlen a. a. O. steht 18° in Claproth und Wolf chem. Wört. IV. 639, woraus ich die Angabe zuerst nahm, steht 68° F und einmal durch einen Druckfehler 86° F. Diese Temperatur von 16° R. oder 68° F nahm ich anfangs als die richtige an, weil sie die gewöhnliche ist, wobey solche Versuche angestellt

$$\begin{array}{lcl} \log.\ \pi & = & 2{,}8158897 \\ \log.\ \Pi & = & 5{,}5722457 \\ \hline \log.\ V & = & 0{,}2436440 - 3 \end{array}$$

welches nach dem angegebenen Gewichte des Aetherdunstes eine Dictigkeit von $\frac{1}{570{,}6}$ oder 0,0017524 geben würde, und hiernach wäre für 16° der Werth von $\frac{1}{v} = 0{,}028737 \ldots$ für 18° aber $= 0{,}02601 \ldots$ also in beyden Fällen beträchtlich zu grofs.

Die Autorität eines solchen Physikers, als H. v. Saussüre, dessen Bestimmung ohnehin fast die einzige, bis jezt als klassisch angesehene ist, welche mit den Resultaten meiner Versuche verglichen werden kann, erfordert, dafs eine von demselben aufgestellte Behauptung nicht anders als durch Gründe bestritten werde. Aber es wird auch nicht schwer seyn, das Ungenügende des Versuche darzustellen. H. v. Saussüre controlirte seinen ersten Versuch selbst durch einen zweyten, und seine eigenen Ausdrücke lassen auf eine nicht sehr scharfe Uebereinstimmung der Resultate schliefsen, indem er sagt, dafs in beyden Versuchen die Gewichte gleich gewesen, „so viel man es von einem mit 30 Cubikzollen angestellten Versuche erwarten könne". Auf diese Weise fand er, dafs ein Cubikfufs Aetherdunst

werden. Da aber bey Gilb. Ann. XXIX. 125. die Bestimmung von 18° so oft wiederholt wird, so mufs ich bey der bekannten Genauigkeit des Uebersetzers der genannten Arbeit diese für die richtige halten, und werde daher die Berechnung auch hierfür anstellen.

bey 16° R. „ohngefähr“ zwey Unzen wiegt. Nehmen wir diese lezte Angabe für genau; so ist

$$\begin{array}{lcl} \log.\ \pi & = & 3{,}0654525 \\ \log.\ \Pi & = & 5{,}8097894 \\ \hline \log.\ V & = & 0{,}2516631 - 3 \end{array}$$

welches eine Dichtigkeit von $\frac{1}{560,2}$ oder 0,0017851 . . . zeigt, und dann wäre der Werth von $\frac{1}{v} = 0{,}02927$. . . also noch gröſser, als oben gefunden ist. Sollte also hiernach die Dichtigkeit bey 16° gröſser gefunden seyn, als oben, wenn dort 18° die richtige Temperatur ist; so würde hieraus, nebst dem Zusatze: ohngefähr, nicht ohne Grund zu vermuthen seyn, daſs auch in diesem, manchen Fehlern unterworfenen Versuche (*) wohl die Angabe zu groſs seyn mag.

Abgesehen von diesen Gründen berechnet H. v. Saussüre seinen Versuch nach Voraussetzungen, welche nach meinen, mit den bisher erkannten und angenommenen Naturgesetzen sehr wohl übereinstimmenden Beobachtungen gar nicht zulässig sind (**). Zuerst geht aus Vers. 39 und 40 sehr deutlich hervor, daſs zwar die trockne Luft, keineswegs aber die feuchte eben so viel Aetherdunst aufnimt, als der leere Raum. Nach den dort erhaltenen Resultaten ist es aber möglich, und allenfalls wahrscheinlich, daſs

(*) Nach der eigenen Erklärung des H. v. Saussüre bey Gehlen a. a. O. p. 95.

(**) Bey dieser Beurtheilung folge ich ganz den Angaben wie sie bey Gehlen a. a. O. enthalten sind.

durch den Aetherdunst der in der Luft enthaltene Wasserdunst ausgeschieden wird, imgleichen, daſs die trockne Luft, wie sie hierdurch im Freyen von selbst werden müſste, noch mehr Aetherdunst aufnimt, als der leere Raum. Inzwischen ist diese Differenz nicht so bedeutend, und auch nicht so genau auf bestimmte Werthe zurückzubringen, daſs hiernach die Behauptung als unzulässig angesehen werden müſste. Aber auch die Angabe der Elasticität des Aetherdunstes, selbst wenn wir 18° Temperatur annehmen, ist zu groſs, weil sie durch die Depression des Quecksilbers in der torricellischen Röhre gemessen worden, und hiergegen manche Zweifel erhoben werden können, vorzüglich da aus dem Aether sogleich eine Quantität Luft entwickelt wird, deren Elasticität gleichfalls berücksichtigt werden muſs, aber schwer in Rechnung gebracht werden kann. Auch ich fand in Vers. 35 für 16° den Werth von $\varepsilon = 15'' 0''', 4$, und würde daher für 18° gewiſs die nämliche Gröſse als H. v. Saussüre erhalten haben, woraus auf die gleiche Güte des gebrauchten Aethers, jedoch nicht mit Sicherheit geschlossen werden kann, allein H. P. Schmidt fand auf einem viel bessern Wege für 16° den Werth von ε nur $= 13'', 34$ und für 18° nur $= 14'', 704$, die Formel aber giebt für die erstere Temperatur $13', 97$ und für die zweyte $15', 562$. Hiernach müſste also der Coefficient der Dichtigkeit der atmosphärischen Luft bey v. Saussüre vergröſsert werden, wodurch die Quantität des in der Mischung von Luft und Dunst enthaltenen Aethers vermindert wird. Was

aber vorzüglich in Betrachtung gezogen werden mufs, ist der Umstand, dafs H. v. Saussüre die Daltonsche Formel, wonach die Gröfse der Ausdehnung der Luft $= \frac{p}{p-f}$ gesetzt wird, für absolut richtig bey seiner Berechnung zum Grunde legt. Zwar ist diese Formel schon früher aus den bekannten Versuchen des älteren v. Saussüre (*) gefolgert, allein aus den oben weitläuftig erörterten Gründen ist sie falsch.

Nach diesen Voraussetzungen kann also aus den Versuchen des H. v. Saussüre nichts weiter, als eine Grenze aufgefunden werden, unter welcher die Dichtigkeit des Aethers nicht liegen kann, bevor nicht durch die Erfahrung ausgemittelt ist, um welche Gröfse die Elasticität der Luft durch beygemischten Aetherdunst vermindert wird. Nach seinen Versuchen ist das Gewicht von 1000 Cubikzoll mit Aetherdunst gemischter Luft bey 27 Zoll Barometerstand und 18° R. (wenn wir diese Temperatur und nicht 16° als die richtige annehmen) = 816,37 . Grains. In dieser Mischung können aller Analogie nach nicht mehr als 1000 Cub. Zoll reine atmosphärische Luft von der angegebenen Dichtigkeit enthalten gewesen seyn. Nehmen wir nun nach Lavoisier (**) an, dafs ein par. Duodecimal-Cubikzoll atmosphärische Luft bey 28″ Barometerstand und 10° R. = 0,46005 Gr. franz. Gewicht wiegt, und corrigiren diese Gröfse nach dem angegebenen

(*) S. Versuche u. s. w. p. 128 — 146. Eine nähere Prüfung werde ich weiter unten anstellen.

(**) S. System d. Chemie, übers. von Hermbstädt.

Barometer- und Thermometerstande zu 0,43115 Grains; so wiegen 1000 Cubikzolle 431,15 Grains, und es konnten die 1000 Cub. Zoll Aetherdunst nicht weniger wiegen, als 385,22 Grains. Es ist aber hiernach

$$\begin{array}{lcl} \log. \pi & = & 2{,}5857088 \\ \log. \Pi & = & 5{,}5722457 \\ \hline \log. V & = & 0{,}0134631 - 3 \end{array}$$

welches eine Dichtigkeit von $\frac{1}{969{,}47}$ oder 0,0010314 . . giebt, und wonach der Werth von $\frac{1}{V} = 0{,}015310$. . also beträchtlich kleiner gefunden wird, als durch meine Versuche. So groſs daher auch die vorhin gezeigte Abweichung der Saussürschen Bestimmung der Dichtigkeit des Aetherdunstes von der meinigen ist; so bin ich doch bey keinem Resultate von der Richtigkeit desselben mit solcher Gewiſsheit überzeugt, als bey demjenigen, welches ich hierfür gefunden habe.

Auf einem andern Wege läſst sich inzwischen eine Rechnung anstellen, welche eine genauere Uebereinstimmung der Resultate abgeben wird. In der Anmerkung zu der erwähnten Abhandlung (*) erzählt H. v. Saussüre, daſs er den Aetherdunst der Luft durch näher verwandte Körper entzogen habe. Am stärksten wirkte zerstoſsenes Harz, welches durch Entziehung fast alles Atherdunstes halb flüssig wurde. Die 20 Maſs der untersuchten Mischung sollen hierbey nach der eigenen Angabe des

(*) S. Gehlen a. a. O. p. 96.

H. v. Saussüre 10 Mafs atmosphärische Luft enthalten haben, woraus folgt, dafs der Aetherdunst bey der angegebenen Temperatur die Luft bis 2,00 ausgedehnt habe, ihr anfängliches Volumen = 1 gesetzt, nicht aber auf 2,6341 ... wie oben bey der Berechnung zum Grunde gelegt, und aus der Daltonschen Formel gefolgert ist. Eine von beyden Angaben kann nur richtig seyn, und eine so grofse Differenz giebt Grund, auf unrichtige Messung zu schliefsen. Wenn aber die leztere als richtig angenommen wird, so konnte die Luft in dem früheren Versuche nicht weniger als $\frac{431,15}{2}$ = 215,58 Grains wiegen, mithin der beygemischte Aetherdunst nur 816,37 — 215,58 = 600,79, welches mit Weglassung der 0,79 Grains

$$\begin{array}{lcl} \log.\ \pi & = & 2,7781513 \\ \log.\ \Pi & = & 5,5722457 \\ \hline \log.\ V & = & 0,2059056 - 3 \end{array}$$

eine Dichtigkeit desselben von $\frac{1}{622,43}$ oder 0,0016065 .. voraussetzt, und den Werth von $\frac{1}{v}$ = 0,023847, also immer noch 0,0059 .. zu grofs angiebt, aber diese Differenz kann leicht durch einen unbedeutenden Unterschied der Temperatur oder einen sonstigen leicht verzeihlichen Fehler entstanden seyn, so dafs hiernach unsere Resultate genau genug zusammenstimmen.

Aufser dieser Bestimmung habe ich blofs noch diejenige auffinden können, welche wir

nach einer vorläufigen Nachricht (*) dem Herrn Gay-Lüssac verdanken. Dieser findet die Dichtigkeit des Aetherdunstes vom spec. Gew. 0,7365 bey 9° C und welcher bey 37°,8 C = 30°,4 R. siedet, 2,35 mal gröſser als atmosphärische Luft. Da nun hier kein Barometerstand angegeben ist, so müssen wir den mittleren = 28″ annehmen und dann wiegen 1000 Cub. Zoll atmosphär. Luft 460,05 Grains also 1000 Cub. Zoll Aetherdunst 1081,1175 Grains, und die Dichtigkeit desselben ist bey der Siedehitze desselben

$$\begin{array}{lcl} \log.\ \pi & = & 3{,}0338739 \\ \log.\ \Pi & = & 5{,}5722457 \\ \hline \log.\ V & = & 0{,}4616282 - 3 \end{array}$$

$\frac{1}{345{,}44}$ oder 0,0028948, wonach der Werth von $\frac{1}{V}$ = 0,02403 ... also nicht beträchtlich zu groſs ist. Wenn aber auch hierbey, wie beym Alcoholdunste mir wahrscheinlicher schien, und ich aus den Worten der Angabe nicht anders schlieſsen kann, die Dichtigkeit desselben bey der Siedehitze des Wassers verstanden wird; so giebt die Rechnung den Werth von $\frac{1}{V}$ = 0,003846 . . also visl zu klein (**).

(*) S. Gilb. Ann. XLV. 333. Ich würde mich mit dieser vorläufigen Notiz nicht begnügt, sondern mir den nicht namhaft gemachten Aufsatz, woraus dieselbe entnommen ist, selbst zu verschaffen gesucht haben, wenn ich nicht wüſste, daſs diese versprochene ausführliche Arbeit über die Dämpfe immer noch vergebens erwartet wird.

(**) Ich kann nicht umhin hierbey darauf aufmerksam zu machen, daſs die angegebene Dichtigkeit, welche H.

§. 79. Es ist jezt noch übrig, die Gesetze der Ausdehnung unter dem Maximo der Dichtigkeiten sowohl für unreinen, als auch für absoluten Aether zu untersuchen, so weit die erzählten Versuche hinreichen, dieselben aufzufinden. Am wenigsten wird dieses für den Dunst des unreinen Aethers der Fall seyn, weil aus der Erzählung deutlich erhellet, daſs nach dem völligen Verdunsten des eigentlichen Aethers noch die beygemischten Theile der heterogenen Substanzen in tropfbarflüssiger Gestalt zurückblieben. Um aber auf diese minder bedeutende Untersuchung heine unnöthige Zeit zu verwenden, stelle ich die in den beyden Versuchen 16 und 18 gefundenen Gröſsen nebst den hieraus berechneten Ausdehnungen dieses Dunstes zwischen den beyden festen Punkten des Thermometers nach der früher befolgten Methode nebeneinander. Hierbey kann der Einfluſs, welchen das geringe Residuum der atmosphärischen Luft hatte, füglich ganz vernachlässigt werden. Bey den Angaben der Barometerstände in Vers. 16 kommt auſserdem zu viel Schätzung vor, als daſs dieselben für genau gelten könnten, wogegen aber die Beobachtungen des 18ten Vers. auf einen sehr hohen Grad von Genauigkeit Ansprüche machen dürfen, so weit es ein so kleiner Maſsstab zuläſst. Die Berechnung giebt nach der früher gewählten Bezeichnung folgende Werthe.

Gay-Lüssac gefunden hat, gerade der Siedehitze für schlechtere Naphtha nämlich 37° R. nach Vers. 31. zugehört, wie die angehängte Tabelle ausweiset.

Versuch 16.

N.	t	b	t′	b	d.	ε	ε′
1	20°	14,00	30°	14,75	0,75	0,053	0,428
2	25°	14,50	35°	15,25	0,75	0,051	0,415

Versuch 18.

1	10°	12,25	20°	13,50	1,25	0,102	0,816
2	15°	13,10	25°	14,00	0,90	0,068	0,549
3	20°	13,50	30°	14,25	0,75	0,055	0,444
4	25°	14,00	35°	14,75	0,75	0,053	0,428
5	30°	14,25	40°	15,10	0,85	0,059	0,476

Es ist aus dieser Berechnung ganz unverkennbar, daſs der Aetherdunst unter dem Maximo seiner Dichtigkeit sich keineswegs nach demjenigen Gesetze ausdehnt, welches für trockne Luft aufgefunden ist. Wenn wir aber die genauen aus dem 18ten Versuche berechneten Beobachtungen für hinreichend halten, um den Coefficienten der Ausdehnung für den Dunst des unreinen Aethers aufzufinden, so giebt das arithmetische Mittel aus allen mit Vernachlässigung von Nr. 1, denselben = 0,4745 und mit Rücksicht auf die Ausdehnung des Glases = 0,4783 . . . also fast demjenigen gleich, welcher für Alcoholdunst aufgefunden ist (*).

(*) Wenn man diesen Coefficienten der Ausdehnung des Aetherdunstes unter dem Maximo seiner Dichtigkeit mit demjenigen vergleicht, welcher sogleich für absoluten Aetherdunst aufgefunden werden wird; so ergiebt sich bald, daſs derselbe eben so wohl zu klein ist, als vorher die Elasticitäten zu klein gefunden sind. Was hiervon die Ursache sey, kann ich nicht ausmitteln, vermuthlich aber war der Aether zwar frey von Wasser, aber nicht von Alcohol, Weinöl cet.

§. 80. Je wichtiger der Widerspruch gegen die bisher allgemein angenommenen Gesetze der Ausdehnung der Dünste unter dem Maximo der Dichtigkeit ist, um so mehr freuet es mich, daſs ich auſser den Resultaten meiner eigenen Versuche eine schätzbare Reihe von Beobachtungen dem Publicum mittheilen kann, die ich der Güte des H. P. Schmidt verdanke. Sie sind schon in den Jahren 1809 und 1810 gemacht, und wie sich nicht bloſs vermuthen läſst, sondern der Verfasser ausdrücklich hinzufügt, mit groſser Sorgfalt, zugleich aber keineswegs zum Beweise des Satzes angestellt, wozu ich dieselben jezt benutzen kann, weswegen sie so viel gültiger sind. Die gebrauchte Naphtha war vom spec. Gewichte 0,7825 bey 17°,75 und kochte bey 37°,4 R. (*) unter einem Luftdrucke von 28 Zoll Barometer, woraus ersichtlich, daſs sie keine absolute war. Mit einer geringen Quantität der-

und wenn man dann die geringe Quantität berücksichtigt, welche jedesmal im Ballon verdunstet war, so wird es wahrscheinlich, daſs eigentlich nur die Gesetze der Elasticität und Ausdehnung des Alcoholdunstes beobachtet wurden.

(*) Wie der Siedepunkt und das specifische Gewicht gefunden worden sind, ist nicht angegeben. Der Siedepunkt ist ohne Zweifel durch ein Muschelthermometer bestimmt, deren der Verfasser einige von vorzüglicher Güte besitzt. Uebrigens bin ich der von mir angegebenen, sehr unsichern Bestimmung des specifischen Gewichtes ungeachtet, fest überzeugt, daſs dieselbe besser, als die von mir gebrauchte, gewesen ist. Im Ganzen vermuthe ich aber, daſs in Hinsicht auf Dichtigkeit, Elasticität und den Coefficienten der Ausdehnung des Dunstes von Schwefeläther, welcher auf verschiedene Weise bereitet ist, eine groſse Verschiedenheit statt findet, je nachdem das Mischungsverhältniſs der verunreinigenden Substanzen verschieden ist.

selben wurde ein kleines gläsernes Röhrchen gefüllt, durch ein Wachskügelchen verschlossen, vermittelst dieser Hülle in den torricellischen Raum gebracht, woselbst der Aether nach dem Erweichen des Wachses durch gröſsere Erwärmung sogleich in expansibelen Dunst verwandelt wurde, folglich einen Dunst unter dem Maximo seiner Dichtigkeit lieferte. Alle übrigen, vom Verfasser genau angegebenen Correctionen des Niveau's u. s. w. sind von mir sorgfältig in Rechnung gebracht, ohne daſs ich es nöthig finde, die Art, wie dieses geschehen, auseinanderzusetzen. Folgendes sind die corrigirten Elasticitäten des Aetherdunstes nach den Unterschieden des Quecksilbers im Gefäſsbarometer, in dessen Vacuo sich derselbe befand, und dessen Scale in Zolle und Zehntheile derselben getheilt war, und eines Heberbarometers, welches Linien und Zehntheile desselben enthielt, gemessen. Die Reihe Nro. I. enthält die in freyer Luft erhaltenen Resultate, die Reihen Nro. II. und Nro. III. aber solche, wobey der obere Theil des Gefäſsbarometers durch Wasser erwärmt wurde. In der tabellarischen Uebersicht bezeichnet t die Temperatur in R. Graden, ε die Elasticität des Aetherdunstes, welcher vom Maximo seiner Dichtigkeit entfernt war, aus den corrigirten Unterschieden berechnet, F die Länge des ganzen Raumes, welchen der Aether einnahm, wie er leicht durch Addition einer constanten Gröſse erhalten werden kann (*).

(*) Die Gröſse F, worauf es hier vorzüglich ankommt, zu bestimmen, ist nicht schwierig. H. P. Schmidt schreibt nämlich in der, den Versuchen beygefügten

N. I. t	ε	F	N. II. t	ε	F
7°	1,623	3,535	16°	2,400	4,380
7°	1,578	3,490	19°	2,766	4,690
8°	1,678	3,590	20°	2,901	4,805
9°	1,700	3,612	21°	3,047	4,971
13°	1,979	3,891	22°	3,181	5,105
15°	2,169	4,081	23°	3,338	5,262
16°	2,273	4,185	24°	3,515	5,439
16°	2,299	4,211	25°	3,702	5,626
17°	2,381	4,293	26°	3,858	5,782
18°	2,395	4,307	27°	4,066	5,990
18°	2,464	4,376	28°	4,202	6,156
19°	2,637	4,549	29°	4,482	6,406
19°	2,724	4,636	30°	4,638	6,562
			31°	4,794	6,718

Erklärung: „Die ganze Höhe der Glasröhre „vom Spiegel des Quecksilbers bis an das „Gewölbe des Glases betrug 30 Zoll.“ Hierbey ist zwar nicht bemerkt, ob die Wölbung dieser, vier Linien Durchmesser haltenden Röhre selbst mitgerechnet worden, oder ob sie durch die Art, wie die Röhre zugeblasen war, als eine verschwindende Gröſse anzusehen ist; allein ohne Zweifel ist eins von diesen beyden, und vermuthlich das Lezte anzunehmen, auch vorauszusetzen, daſs hieraus keine Unrichtigkeiten entstehen können, weil der Verfasser sonst gewiſs darauf aufmerksam gemacht haben würde. Von diesen 30 Zollen den niedrigsten Stand des Quecksilbers in der Röhre = 26″,51 abgezogen, giebt 3″,49, hiervon den für ε gefundenen Werth subtrahirt giebt die constante Gröſse, welche jedem Werth von ε hinzuaddirt werden muſs, um F zu finden. Da aber die Werthe von F unter sich vergleichbar seyn müssen, so kann nach dieser Art der Berechnung der veränderliche Barometerstand des vergleichenden Heberbarometers bey Nro I. ganz übersehen werden. Uebrigens sind die unter Nro. II und III. bey constantem Barometerstande erhaltenen Gröſsen für meinen Zweck die vorzüglichsten, und völlig hinreichend.

N. III.			N. III.		
t	ε	F	t	ε	F
26°	3,759	5,820	32°	4,643	6,704
27°	3,822	5,883	33°	4,872	6,933
28°	3,936	5,997	34°	5,080	7,141
29°	4,238	6,299	35°	5,340	7,401
30°	4,352	6,413	36°	5,610	7,671
31°	4,477	6,538	37°	6,068	8,129

§. 81. Schon eine flüchtige Uebersicht zeigt, daſs diese Beobachtungen zu Resultaten führen, welche mit dem von Dalton und Gay-Lüssac aufgestellten Gesetze auf keine Weise in Uebereinstimmung zu bringen sind, noch deutlicher aber wird dieses aus einer genaueren Berechnung derselben hervorgehen. H. P. Schmidt versichert nämlich, daſs sogleich aller Aether aus dem Röhrchen in expansibelen Dunst verwandelt sey, mithin ist vom Dunste unter dem Maximo seiner Dichtigkeit die Rede, und man wird einem so geübten Physiker, und gewandten Experimentator, welcher bey diesen Versuchen ohnehin ganz frey von aller vorgefaſsten Meinung hinsichtlich des fraglichen Gegenstandes war, vielmehr zur Absicht hatte, die Elasticität des Aetherdunstes im Maximo seiner Dichtigkeit zur Vergleichung mit den von Dalton erhaltenen Resultaten zu prüfen, unbedenklich zutrauen, daſs er die Abwesenheit aller topfbaren Flüssigkeit im torricellischen Raume bestimmt habe unterscheiden können. Hieran wird man um so viel weniger zweifeln, da die Beobachtungen eine Temperatur von 30 Graden umfassen, so daſs also durch den Wechfel derselben der Uebergang aus dem einen

Aggregatzustande der untersuchten Flüssigkeit in den andern durchaus nicht unbemerkt bleiben konnte.

Unter dieser Voraussetzung, imgleichen wenn wir annehmen, daſs der Aetherdunst gleiche Gesetze der Ausdehnung über und unter den beobachteten Temperaturen befolge, lassen sich diese für die Thermometergrade zwischen den beyden festen Punkten des Thermometers aus den Beobachtungen leicht berechnen. Der Raum nämlich, welchen der Aetherdunst bey verschiedenen Temperaturen einnahm, ist als ein Cylinder von gleicher Grundfläche und verschiedener Höhe anzusehen, wenn wir auf die Ausdehnung des Glases vorerst keine Rücksicht nehmen, und die schwankende Bestimmung des Inhalts der Wölbung als einen constanten, zugleich aber unmerklichen Fehler vernachlässigen. Da nun Cylinder von gleicher Grundfläche sich wie die Höhen verhalten, die veränderlichen Höhen aber unter F angegeben sind; so geben die Unterschiede der unter F verzeichneten Werthe die Zunahmen directe, woraus sich nach der in §. 28. befolgten Methode, mit Beybehaltung der dort gewählten Bezeichnung das Gesetz der Ausdehnung zwischen dem Frost- und Siedepunkte leicht berechnen läſst. Damit aber die Beobachtungsfehler besser ausgeglichen werden, habe ich die Beobachtungen unter Nro. II und III sämtlich zu berechnen und mit den aus Nro. I erhaltenen Resultaten zu vergleichen nicht für überflüssig gehalten, wobey aus zwey gleichen Beobachtungen allezeit das arithmetische Mittel genommen ist.

Nro. I.

t	b	t′	b′	d	ε	ε′
7°	3,512	15°	4,081	0,569	0,162	1,620
8°	3,590	16°	4,198	0,608	0,169	1,690
9°	3,612	17°	4,293	0,681	0,188	1,885
13°	3,891	18°	4,341	0,450	0,115	1,850
					m. a.	1,761

Nro. II.

t	b	t′	b′	d	ε	ε′
16°	4,380	24°	5,439	1,059	0,241	2,418
19°	4,690	27°	5,990	1,300	0,277	2,772
20°	4,805	28°	6,156	1,351	0,281	2,811
21°	4,971	29°	6,406	1,435	0,288	2,887
22°	5,105	30°	6,562	1,457	0,285	2,854
23°	5,262	31°	6,718	1,456	0,276	2,767
24°	5,439	29°	6,406	0,967	0,177	2,843
25°	5,626	30°	6,562	0,936	0,166	2,660
					m. a.	2,751

Nro. III.

t	b	t′	b′	d	ε	ε′
26°	5,820	34°	7,141	1,321	0,227	2,270
27°	5,883	35°	7,401	1,518	0,258	2,580
28°	5,997	36°	7,671	1,674	0,279	2,791
29°	6,299	37°	8,129	1,830	0,290	2,905
30°	6,413	35°	7,401	0,988	0,154	2,464
31°	6,538	36°	7,671	1,133	0,173	2,771
32°	6,704	37°	8,129	1,425	0,212	3,400
					m. a.	2,754

§. 82. Die Beurtheilung der aus den Beobachtungen berechneten Resultate giebt zu mancherley Betrachtungen Anlaſs. Zuerst ist die groſse Uebereinstimmung aller einzelnen

vorzüglich in Nro. II. für das Gesetz der Ausdehnung des Aetherdunstes gefundenen Werthe sehr auffallend, welche einer so zusammengesetzten, erst mehrere Jahre nach der Zeit der Beobachtung und noch dazu von einem andern als dem Beobachter selbst angestellten Berechnung ungeachtet fast gar nicht verschieden sind. Noch überraschender aber muſs die fast völlige Gleichheit der arithmetischen Mittel aus beyden Reihen Nro. II und Nr. III. erscheinen, welche um nicht mehr als 0,003 Zoll von einander abweichen. Aber, wird man mit Recht bemerken, woher die groſse Verschiedenheit beyder mit dem im arithmetischen Mittel unter Nro. I. gefundenen Werthe?

Ich glaube zwar nicht ohne einige Partheylichkeit für den mir sehr schätzbaren Beobachter, aber doch ohne der Wahrheit und Wissenschaft das Mindeste zu vergeben, die Antwort ertheilen zu können. Nach meinen lange anhaltenden und aufmerksamen Beobachtungen der Erscheinungen, welche Aetherdunst im torricellischen Raume darbietet, wobey ein eben so scharfes als zugleich weitsichtiges Auge unvergleichlich zu statten kommt, habe ich mich vollkommen überzeugt, daſs die Elasticität des Aetherdunstes durch die Depression des Quecksilbers in demselben überall im Freyen nicht gemessen werden kann. Der Aetherdunst ist eine so ausnehmend empfindliche thermoscopische Substanz, daſs er durch den geringsten Einfluſs wärmerer Körper, namentlich des Beobachters selbst schon auf eine Entfernung von fast vier Fuſs afficirt wird, und dieses muſs von so viel gröſserem Einflusse seyn, je nie-

driger die Temperatur desselben ist. Eben daher steigen auch die Werthe unter Nro. I. von den niedrigsten Temperaturen an, wovon bloſs der lezte eine leicht erklärliche Ausnahme macht. Vor allen Dingen aber ist zu berücksichtigen, daſs in den Versuchen Nro. I. des veränderlichen Barometerstandes ungeachtet die Ausdehnungen der Vergleichung wegen nach einem und demselben Gesetze wachsend berechnet sind, wodurch ein constanter Fehler entstanden seyn kann, welcher alle Beobachtungen afficirt, und ich würde daher diese Reihe ganz unbenutzt gelassen haben, wenn ich nicht aus Rücksicht auf Vollständigkeit und gewissenhafte Erzählung aller mir bekannten Thatsachen dieselben erwähnen zu müssen geglaubt hätte.

§. 83. Wenn zwar aus den so eben berechneten, gewiſs sehr genauen Versuchen sowohl, als aus den Resultaten aller meiner eigenen zahlreichen Beobachtungen der Ausdehnung des Wasser- und Alcoholdunstes zur Evidenz hervorgeht, daſs das von Dalton und Gay-Lüssac aufgestellte Gesetz unzulässig ist; so kann ich doch zugleich nicht unbemerkt lassen, daſs der Coefficient dieser Ausdehnung durch die arithmetischen Mittel aus Nro. II und Nro. III. zu groſs angegeben wird. Die Sicherheit dieser Behauptung gründet sich auf eine zahlreiche Menge von Beobachtungen, wodurch ich mich überzeugt habe, daſs die Elasticitäten des Aetherdunstes bey zunehmender Temperatur den Thermometergraden vorauseilen, bey abnehmender aber hinter den-

selben zurückbleiben (*). Lezteres war bey den Versuchen des H. P. Schmidt der Fall, und erst als bey den niedrigern Graden das zum Erwärmen dienende Wasser langsamer erkaltete, mithin der Aetherdunst längere Zeit hatte, in seiner Temperaturverminderung nachzukommen, hörte der Einfluſs dieses Umstandes auf. Eben daher sind auch die unter Nro. II. erhaltenen Werthe unter sich am meisten übereinstimmend, und man bemerkt abermals nicht ohne Ueberraschung, daſs in beyden Reihen die ersten vier Versuche fast regelmäſsig steigende Werthe geben. Die Beobachtung aber, daſs der Aetherdunst so begierig den Wärmestoff an sich reiſst, und so schwer wieder abgiebt, woraus auch die eben untersuchte Erscheinung erklärlich wird, gründet sich auf ein bekanntes, eben so interessantes, als wichtiges Naturgesetz.

§. 84. Die Thatsachen, worauf Dalton und Gay-Lüssac das von ihnen aufgestellte Gesetz gründen, sind bey weitem nicht so genügend, als diejenigen, welche ich so eben beygebracht habe. Dennoch aber hielt ich es für Pflicht, auch durch eigene wiederholte Versuche den Coefficienten für die Ausdehnung des Aetherdunstes mit möglichster Genauigkeit aufzufinden. Hierzu diente mir folgende Vorrichtung.

Versuch 45.

Unter eine schmale und hohe Campane brachte ich ein sehr gutes Heberbarometer

(*) Vergl. was §. 29. hierüber gesagt ist.

nebst Thermometer, und in einer Glasröhre eine Quantität Aether, welche nach sicherer Schätzung nicht hinreichend war, selbst bey der niedrigsten Temperatur Aetherdunst im Maximo seiner Dichtigkeit zu liefern. Als die Campane, für deren luftdichtes Schliefsen ich durch Wachs gesorgt hatte, bis auf 0,75 Lin. Differenz des Elasticitätsträgers exantlirt und 24 Stunden beobachtet war, um von dem unveränderten Stande des Barometers überzeugt zu werden, so sprengte ich das Röhrchen, und mit gröfster Sorgfalt, zugleich aber durch mehrfache Wiederholung gegen jeden Irrthum gesichert, erhielt ich folgende Barometerstände, welche auf die gewöhnliche Weise berechnet sind, ohne auf den Einflufs der Luft Rücksicht zu nehmen. Dieser kann auch füglich vernachlässigt werden, da die Quantität derselben unter der sehr grofsen Menge des Aetherdunstes nichts mehr als eine verschwindende Gröfse ist.

t.	b.	t′.	b′.	d.	ε	ε′
0°	— 30,75	10°	— 38,75 —	8,00 —	0,260 —	2,080
10°	— 38,75	20°	— 50,75 —	12,00 —	0,309 —	2,477
5°	— 34,25	15°	— 43,25 —	9,00 —	0,262 —	2,102
3°	— 31,75	13°	— 39,40 —	7,65 —	0,240 —	1,927
13°	— 39,40	23°	— 52,75 —	13,35 —	0,338 —	2,710
15°	— 43,25	25°	— 56,10 —	12,85 —	0,297 —	2,376
					m. ar.	2,279

Jede Beobachtung ist mehrmals angestellt, vorzüglich diejenigen, welche nicht weiter als bis zu 15° Wärme gehen, und sie sind sämtlich so genau als der Natur der Sache nach bey einem so kleinen Mafse möglich ist. Ue-

brigens kostete es mir Mühe, für die höheren Temperaturen die zu grofsen Ausdehnungen zu vermeiden, obgleich ich nicht wagte, die Erwärmung weiter als bis 26° zu treiben.

§. 85. Zugleich kann ich eine Bemerkung nicht mit Stillschweigen übergehen, welche mit den in §. 83. angedeuteten vielseitigen Modificationen der Naturgesetze und den Schwierigkeiten ihrer Beobachtung in einem genauen Zusammenhange zu stehen scheint. In dem Augenblicke, als ich das Röhrchen sprengte, welches ohne merkliche Erschütterung des Apparats durch ein herabfallendes Bleygewicht zerrissen wurde, verschwand plötzlich aller Aether mit einem schwachen, neblichen Scheine, wie immer, auch war es nicht gegen die allgemeine Erfahrung, dafs das Thermometer herabging, wiewohl nur um 1°,5, wenn ich anders den vorhergehenden Stand richtig beobachtet habe. Allein sehr auffallend war mir, dafs das Barometer augenblicklich einen beträchtlich hohen Stand erreichte, nicht etwa durch das plötzliche Hinauftreiben des Quecksilbers, sondern nachdem das vorzüglich gute Barometer nach einigen Schwingungen einen festen Stand angenommen zu haben schien, zeigte es 38,75 Linien bey 5° R. und fiel almälig herab, während das Thermometer stieg, erhielt auch fast erst nach 30 Minuten einen regelmäfsigen Gang. Einen Beobachtungsfehler von 4,5 Lin. anzunehmen, ist sicher nicht zulässig, auch habe ich unverwandt mehrere Minuten das unmerkliche Steigen des Thermometers und das gleichzeitige auffallende Sinken des Quecksilbers im Barometer beobachtet, in-

dem mir das Widernatürliche der Erscheinung sogleich auffiel. Die Erklärung derselben scheint mir schwierig, es sey denn, daſs die Gesetze der Affinität, die so bedeutend in allen ihren Wirkungen sind, als die Ursache derselben angesehen werden dürfen, wenn wir annehmen, daſs der Aether durch seine groſse Verwandtschaft zum Wärmestoffe im ersten Mo ente den umgebenden Körpern eine unverhältniſsmäſsige Menge desselben entriſs, und damit einen Dunst von gröſserer Expansion bildete, bis alles wieder ins Gleichgewicht gesetzt war. Vielleicht bildet eine geringere Quantität Aether durch die groſse Affinität zum Wärmestoffe einen mehr expandirten Dunst, bis die ganze Menge in homogenen Dunst verwandelt ist. Bey einer jeden Erklärung darf die Erkältung der Wände des Ballons und das Sinken des Thermometers nicht übersehen werden, welche beyde Erscheinungen die Bildung des Aetherdunstes jederzeit begleiten. Inzwischen beweiset dieses nichts gegen die Wirksamkeit der Affinitätsgesetze, welche im ersten Momente, worin sie sich äuſsern, selbst über die Grenzen des Gleichgewichts hinausgehen kann. Beyläufig verdient aber noch bemerkt zu werden, daſs die Erscheinung jederzeit, aber nicht immer so auffallend statt findet.

§. 86. Wie weit in dem erzählten Versuche der gebildete Aetherdunst vom Maximo seiner Dichtigkeit entfernt gewesen sey, ist zwar nicht bestimmt anzugeben, allein nach Schätzung konnte bey 10° kaum die Hälfte dieses Maximi statt finden. Es kam daher noch darauf an, ganz gleiche Untersuchungen

auch bey entschieden geringerer Dichtigkeit anzustellen.

Versuch 46.

Zu diesem Ende schrob ich den Apparat wieder auf die Luftpumpe, exantlirte bey verschlossenem Hahne so lange die Canäle, bis keine Luft mehr in denselben war, und zog denn einen vollen Kolbenzug aus der Campane, damit der Barometerstand noch unter die Hälfte seiner vorhinnigen Gröfse herabgehen mögte. Nachdem der Hahn wieder sorgfältig verschlossen war, erhielt ich durch vielfach wiederholte Beobachtungen folgende berechneten Gröfsen.

t.	b.	t′	b′	d.	ε	ε
4°	— 11,10	9°	— 12,20	— 1,10	— 0,099	— 1,600
6°	— 11,50	11°	— 12,90	— 1,40	— 0,121	— 1,936
7°	— 11,80	12°	— 13,25	— 1,45	— 0,123	— 1,968
8°	— 12,00	13°	— 13,70	— 1,70	— 0,141	— 2,256
9°	— 12,20	14°	— 13,90	— 1,70	— 0,136	— 2,176
15°	— 14,15	20°	— 16,00	— 1,85	— 0,130	— 2,080
20°	— 16,00	25°	— 18,25	— 2,15	— 0,134	— 2,144
5°	— 11,25	25°	— 18,25	— 7,00	— 0,598	— 2,392
					m. a. =	= 2,069

Wenn gleich die arithmetischen Mittel aus diesen beyden Reihen von Beobachtungen nicht sehr von einander abweichen, und die einzelnen berechneten Gröfsen genau genug unter einander übereinstimmen; so schien doch die Natur der Aufgabe zu fordern, dafs ich bey noch geringerer Dichtigkeit des Aetherdunstes abermals einen Versuch machte, um gewifs zu werden, ob der Unterschied im Coefficienten

der Ausdehnung zwischen beyden Reihen von Beobachtungen eine Folge der geringeren Dichtigkeit des Dunstes oder der Schwierigkeit sey, welche mit dem Messen des jedesmaligen Barometerstandes verbunden ist. Nachdem ich daher eine neue Vorrichtung ersonnen hatte, um den Einfluſs der Parallaxe beym Ablesen der Linien noch mehr zu vermeiden, als vorher geschehen war, hoffte ich noch genauere, und unter einander noch mehr übereinstimmende Resultate zu erhalten.

Versuch 47.

§. 87. Wie vorher schrob ich daher den Apparat abermals auf die Luftpumpe, machte durch mehrere Kolbenzüge den Stiefel und die Canäle luftleer, und zog dann nicht völlig einen Kolbenzug aus der Campane, wodurch der Barometerstand unter den vierten Theil des ursprünglichen nach der Zahl der Linien gerechnet herabkam; so daſs sich also ein auffallender Unterschied zeigen muſste, wenn ein bedeutender Einfluſs der Dichtigkeit auf den Coefficienten der Ausdehnung statt findet. Durch oft wiederholte Beobachtungen erhielt ich dann folgende, auf die gewöhnliche Weise berechneten Gröſsen.

t.	b.	t'.	b'.	d.	ε	ε'
5° —	7,15	10° —	8,10 —	0,95 —	0,132 —	2,112
10° —	8,10 —	15° —	9,60 —	1,50 —	0,185 —	2,960
15° —	9,60 —	20° —	10,60 —	1,00 —	0,104 —	1,664
20° —	10,60	25° —	12,00 —	1,40 —	0,132 —	2,112
7° —	7,60	12° —	8,50 —	0,90 —	0,118 —	1,888
8° —	7,70	13° —	8,90 —	1,20 —	0,155 —	2,483

t.	b.	t'.	b'.	d.	ε	ε'
11° —	8,25	16° —	9,75 —	1,50 —	0,181 —	2,896
12° —	8,50	17° —	10,00 —	1,50 —	0,176 —	2,816
13° —	8,90	18° —	10,20 —	1,30 —	0,146 —	2,336
16° —	9,75	21° —	10,80 —	1,05 —	0,107 —	1,712
21° —	10,80	26° —	12,40 —	1,60 —	0,148 —	2,368
					m. ar. —	2,304

§. 88. Dafs ich bey dieser Gelegenheit, wobey es so sehr darauf ankam, jede Unrichtigkeit zu vermeiden, meine Aufmerksamkeit verdoppelte, und die Beobachtungen selbst vervielfältigte, wird man auch ohne meine ausdrückliche Versicherung aus der Uebersicht der Beobachtungen von selbst ersehen. So darf ich denn unbedenklich die erhaltenen Resultate für unverwerflich ausgeben, wodurch das Gesetz der Ausdehnung für Aetherdunst bestimmt und von demjenigen sehr abweichend gefunden wird, welches die HH. Gay-Lüssac und Dalton aus Versuchen gefolgert haben, bey denen es auf den ersten Blick auffallen mufs, wie wenig genügend sie sind. Nach theoretischen Gründen kann dasselbe noch vielweniger zulässig erscheinen, denn wie liefse sich annehmen, dafs alle Körper in Dunstform, wie verschieden auch ihre Grundlagen, ihre Dichtigkeiten und Entfernungen von demjenigen Punkte seyn mögen, wobey sie ihren Aggregatzustand ändern, ein und dasselbe Gesetz der Ausdehnung befolgen sollten? Meinerseits zweifle ich wenigstens sehr, dafs dieses mit irgend einer Theorie der Wärme und ihrer Verbindung mit verschiedenen ponderabelen Grundlagen zu expansibelen Flüssigkeiten vereinbar sey.

Da nun die mitgetheilten Beobachtungen unter der Voraussetzung der Gültigkeit des mariotteschen Gesetzes gewiſs völlig zureichend sind, um den Coefficienten der Ausdehnung für Aetherdunst zu bestimmen, und dieses am besten durch das arithmetische Mittel aller drey Reihen geschehen kann, so erhalten wir hierdurch die Ausdehnung des Aetherdunstes unter dem Maximo seiner Dichtigkeit zwischen den beyden festen Punkten des Thermometers = 2,2175, das Volumen desselben als Einheit angenommen, und mit Rücksicht auf die Ausdehnung des Glases = 2,226, welcher Werth zwischen den beyden, von H. P. Schmidt gefundenen zufällig fast in der Mitte liegt (*).

§. 89. Es ist aus mehreren Gründen sehr wahrscheinlich, daſs verschiedene expansibele Flüssigkeiten in ihrer Verbindung mit einander sich wechselseitig bedingen. Weil ich aber nicht im Stande war, die hieraus hervorgehenden Erscheinungen sämtlich zum Gegenstande einer neuen Reihe von Versuchen zu machen; so wünschte ich wenigstens zu erforschen, nach welchem Gesetze atmosphärische Luft mit Aetherdunst verbunden, sich ausdehne, wenn auch nur deswegen, weil ich vermuthete, daſs die HH. Dalton und Gay-Lüssac nichts weiter als den Einfluſs einer sehr geringen Menge

(*) Bey dieser Gelegenheit darf ich nicht unbemerkt lassen, daſs meine Beobachtungen über die Ausdehnung des Aetherdunstes viel genauer sind, als über andere Dunstarten. Dieser Umstand wird sehr leicht daraus begreiflich, daſs ich die ersteren recht absichtlich, die lezteren aber nur gelegentlich als Nebensache angestellt habe.

Aetherdunstes auf das Gesetz der Ausdehnung atmosphärischer Luft in ihren Versuchen beobachtet haben.

Versuch 48.

Um diese Frage auf eine sehr einfache Weise zu untersuchen, brachte ich den erwärmten Apparat in ein trocknes Zimmer von 5° Temperatur, öffnete den Hahn, und liefs eine Quantität Luft einströmen, verschlofs alles wieder sorgfältig, und beobachtete dann folgende auf die gewöhnliche Art berechneten Barometerstände.

t.	b.	t'.	b'.	d.	ε	ε'
4°	— 35,10	9°	— 36,50	— 1,40	— 0,040	— 0,640
5°	— 35,35	10°	— 37,10	— 1,75	— 0,049	— 0,688
8°	— 36,10	13°	— 38,40	— 2,30	— 0,063	— 1,019
9°	— 36,50	14°	— 38,95	— 2,45	— 0,067	— 1,072
10°	— 37,10	15°	— 39,10	— 2,00	— 0,054	— 0,862
13°	— 38,40	18°	— 40,85	— 2,45	— 0,063	— 1,020
15°	— 39,10	20°	— 41,60	— 2,50	— 0,063	— 1,022
20°	— 41,60	25°	— 44,20	— 2,60	— 0,062	— 1,000
					m. ar.	= 0,915

Die beyden ersten Beobachtungen sind kleiner als alle übrigen. Es ist nicht unmöglich, dafs der Einflufs der Wärme des Beobachters zu diesem Fehler Veranlassung giebt, welches um so wahrscheinlicher wird, da ich zur Vermeidung der Parallaxe ein gerade geschnittenes Blatt Papier um die Campane zu legen pflegte. Angenommen, dafs dieses gegründet sey, würde folgen, dafs eine solche Mischung von Dunst und Luft sich fast dreymal so stark ausdehnt,

als atmosphärische Luft!, wodurch der Einfluſs des Aetherdunstes auf das Gesetz der Ausdehnung dieser Mischung sichtbar hervorleuchtet.

§ 90. In der Voraussetzung, daſs die HH. Dalton und Gay-Lüssac nur eine geringe Quantität Aether der atmosphärischen Luft beygemischt und hiernach die Gesetze der Expansion berechnet haben mögten, entschloſs ich mich, auch unter dieser Bedingung ihre Behauptung zu controliren. Auſserdem aber schien es mir für die Wissenschaft interessant, das Verhalten einer Mischung von Luft und Aetherdunst in verschiedenem quantitativen Verhältnisse zu untersuchen, und der so wohl construirte und so lange mit gutem Erfolge geprüfte Apparat war noch obendrein zu solchen Versuchen sehr einladend.

Versuch 49.

In dieser Absicht schrob ich den Apparat wieder auf die Luftpumpe, und als die Canäle derselben luftleer gemacht waren, exantlirte ich von der mit Aetherdunst gemischten Luft der Campane so viel heraus, daſs das Barometer noch 5 Linien zeigte, und lieſs dann aus dem Zimmer, worin ich arbeitete, so viele gemeine atmosphärische Luft wieder hinzu, daſs sein Stand 43,5 Lin. betrug. Für die verschiedenen Temperaturen wurden dann folgende Barometerstände beobachtet und berechnet.

t.		b.	t′.		b′.		d.		ε		ε′
3°	—	41,50	11°	—	43,80	—	2,30	—	0,055	—	0,554
5°	—	41,55	10°	—	43,40	—	1,85	—	0,044	—	0,712
6°	—	41,65	11°	—	43,80	—	2,15	—	0,051	—	0,817

t.	b.	t′.	b′.	d.	ε	ε′
9°	— 43,00	14°	— 45,00	— 2,00	— 0,046	— 0,744
10°	— 43,40	15°	— 45,40	— 2,00	— 0,044	— 0,707
15°	— 45,40	20°	— 47,70	— 2,30	— 0,050	— 0,809
20°	— 47,70	25°	— 49,85	— 2,15	— 0,045	— 0,720
					m. ar.	= 0,723

Aus den Resultaten dieses Versuches ist ersichtlich, dafs die Ausdehnung der mit Aetherdunst gemischten Luft zwar abnimt, wenn die Menge desselben vermindert wird, dafs sie aber immer noch viel gröfser bleibt, als die der trocknen atmosphärischen Luft, so lange diese Menge noch eine merkliche Gröfse ist. Damit aber diese wichtigen Erscheinungen noch anschaulicher gemacht, und durch eine nochmals wiederholte Reihe von Beobachtungen in ein helleres Licht gesetzt werden mögten, beschlofs ich einen ähnlichen, aber noch stärker modificirten Versuch anzustellen.

Versuch 50.

§. 91. Ich exantlirte deswegen aus dem abermals aufgeschrobenen Apparate, nachdem vorher die Canäle der Luftpumpe luftleer gemacht waren, einige Kolbenzüge, bis das Barometer nur noch 5,5 Linien Differenz zeigte. Der starke Geruch verrieth die Anwesenheit einer noch immer beträchtlichen Menge Aetherdunst in der exantlirten Luft, und ich glaubte ihn daher durch das Hinzulassen einer grofsen Menge Luft stark verdünnen zu müssen. Dieses geschah, der Hahn wurde wieder verschlossen, und der Stand des Thermometers bey verschiedenen Temperaturen beobach-

tet. Folgende auf die gewöhnliche Weise berechneten Barometerstände geben das Gesetz der Ausdehnung dieser Mischung an.

t.	b.	t'.	b'.	d.	ε	ε'
2°	— 41,00	7°	— 42,20	— 1,20	— 0,029	— 0,467
4°	— 41,50	9°	— 42,75	— 1,25	— 0,030	— 0,480
5°	— 41,70	10°	— 43,00	— 1,30	— 0,031	— 0,497
7	— 42,20	12°	— 43,75	— 1,55	— 0,036	— 0,587
8°	— 42,60	13°	— 44,00	— 1,40	— 0,032	— 0,524
9°	— 42,75	14°	— 44,20	— 1,45	— 0,033	— 0,542
10°	— 43,00	15°	— 44,75	— 1,75	— 0,040	— 0,649
13°	— 44,00	18°	— 45,60	— 1,60	— 0,036	— 0,582
14°	— 44,20	19°	— 46,00	— 1,80	— 0,040	— 0,651
15°	— 44,75	20°	— 46,50	— 1,75	— 0,039	— 0,625
					m. ar.	0,5604

Diese Reihe von Beobachtungen ist unter allen die genaueste, weil ich absichtlich zu erforschen mich bemühete, wie weit die Beobachtungsfehler vermieden, und die einzelnen Werthe einander ähnlich erhalten werden könnten. Sie zeigt evident, dafs eine mefsbare Quantität Aetherdunst allerdings die Ausdehnung der trocknen Luft vermehrt, dafs aber diese Vermehrung mit der Menge des Aetherdunstes im umgekehrten Verhältnisse steht, daher eine sehr geringe Quantität die Gesetze der Ausdehnung trockner Luft vielleicht nicht merklich afficiren mag. Es wäre nicht uninteressant, auf diese Weise die Versuche mit Berechnung der Quantitäten noch weiter fortzusetzen, allein für meinen Zweck war dieses zu weitläuftig. Beyläufig bemerke ich noch, dafs die gebrauchte Campane 64 Cub. Zoll fafst, und die Quantität des darin ver-

dunsteten Aethers im lezten Versuche nicht wohl mehr als 8 bis höchstens 10 Tropfen nach Schätzung betragen mogten. Ubrigens wird durch das Wenige, was mein vorgesetzter Zweck mir hier zu erörtern erlaubte, dasjenige in ein helleres Licht gesetzt, was ich früher über das Verhalten des Wasser- und Alcohol-Dunstes in Hinsicht auf die Gesetze ihrer Ausdehnung unter dem Maximo ihrer Dichtigkeit gesagt habe.

§. 92. Die bisherigen Untersuchungen beziehen sich auf zwey verschiedene Arten Aether, nämlich auf unreinen und absoluten, wobey jedoch wohl zu berücksichtigen ist, daſs nur die lezteren auf den für so schwierige Beobachtungen erforderlichen Grad von Genauigkeit Ansprüche machen können. Dennoch aber geht aus der Vergleichung sehr evident hervor, daſs sowohl die Gesetze der Elasticität als der Ausdehnung im Maximo der Dichtigkeit und unter demselben bey beyden sehr verschieden sind. Lezteres kann nicht wohl anders als eine Folge der beygemischten heterogenen Substanzen seyn, und es schien mir interessant, auch diesen Gegenstand zu untersuchen.

Versuch 51.

In der torricellischen Röhre womit ich den 25sten Versuch angestellt hatte, befand sich noch der Aether 3 Linien hoch über dem Quecksilber, und lezteres zeigte fortwährend denjenigen Stand bey verschiedenen Temperaturen, welchen ich dort notirt habe. Ohne eine son-

stige Veränderung liefs ich eine Quantität Wasser kinaufsteigen, welches unter dem Aether einen Raum von 3,5 Linien über der Metallfläche einnahm, ohne im Stande des Quecksilbers irgend eine Veränderung hervorzubringen, oder sich mit dem Aether zu vermischen, ohngeachtet ich durch wiederholte starke Bewegungen des Apparats in verticaler Richtung die verschiedenen Flüssigkeiten durch Adhäsion an die Glaswände mit einander in Berührung brachte. Sie nahmen jederzeit nach einiger Ruhe ihren Stand gesondert von einander wieder ein, und das Quecksilber erreichte bey hergestellter Temperatur wieder seine vorige Höhe. Nach einigen Tagen liefs ich absoluten Alcohol wider meine Absicht in gröfserer Menge hinaufsteigen (*) als zu diesem Versuche erforderlich war, welcher sehr sichtbar alles dem Quecksilber noch adhärirende Wasser mit in die Höhe nahm, dort alsobald eine einzige homogene und wasserhelle Flüssigkeit in seiner Verbindung mit Wasser und Naphtha bildete, welche 19 Linien hoch über dem Niveau des Metalls stand, und dasselbe augenblicklich zum Steigen brachte. Hieraus ersah ich also klar, dafs die Elasticität des reinen Aetherdunstes durch den Dunst des Alcohols, selbst bey nachheriger Mischung gebunden und vermindert wird. Folgende wenigen Depres-

(*) Ich bediene mich hierzu einer in eine sehr feine Spitze ausgezogenen, am Ende gekrümmten Glasröhre, welche ich durch Saugen mit einer Quantität der erforderlichen Flüssigkeit fülle, und dann die gebogene Spitze unter die Mündung der torricellischen Röhre bringe, wodurch ich eine jede beliebige Menge in derselben aufsteigen lassen kann.

sionen des Quecksilbers, mit denen zusammengestellt, welche in Versuch 35 beobachtet wurden, wobey aber weder auf den Druck der Flüssigkeit über dem Spiegel des Quecksilbers, noch auf die Ausdehnung des Quecksilbers in dem gleichzeitig zur Vergleichung beobachteten Barometer durch die verschiedenen Temperaturen Rücksicht genommen ist, mögen dazu dienen, wenigstens ein oberflächliches Mafs der Stärke dieser Verminderung zu geben.

t.	ε des gemischten Aetherdunstes	ε des reinen Aetherdunstes	diff.
5°	5,43	8,70	3,27
8°	6,15	10,26	4,11
10°	6,62	11,50	5,08
12°	7,25	12,62	5,37
15°	7,90	14,60	6,70
20°	11,21	—	—
25°	15,36	22,20	6,84

Dieses Resultat stimmt übrigens genau mit demjenigen überein, welches Gay-Lüssac (*) erhielt, als er die Versuche der HH. Clement und Desormes (**) prüfte, nur lasse ich es dahin gestellt seyn, ob die von ihm angezeigte Depression von $0^m,003$ bey einem solchen Versuche überhaupt genau gemessen werden kann, woran ich sehr zweifle, imgleichen ob die gröſsere Menge Wassers allen Aether in der Barometerröhre aufgelöset habe.

(*) Gilbert Ann. XXIX. 113.

(**) Gilbert Ann. XIV. 100.

§. 93. Ich kann diesen Abschnitt nicht beschliefsen, ohne vorher noch auf einen Umstand aufmerksam gemacht zu haben, welcher einige frühere Erscheinungen zu erläutern dienen kann. So sicher ich bin, dafs bey dem Hineinbringen der drey verschiedenen Flüssigkeiten in den torricellischen Raum keine Luft mit hineingelassen wurde, so fand ich dennoch beym Auseinandernehmen des Apparats späterhin eine Luftblase von fast 1 Lin. hoch in demselben. Es ist nicht wohl anders denkbar, als dafs dieselbe im Vacuo aus den Flüssigkeiten entbunden sey, woraus es deutlich wird, dafs auf diese Art die Elasticität der Dunstarten nicht gemessen werden kann, sondern dafs dieselbe hiernach beständig zu grofs gefunden wird (*).

§. 94. Nach allen diesen ausführlichen Erörterungen ist es gewifs eben so wohl zulässig, als im hohen Grade zweckmäfsig, die durch die Formel berechneten Werthe für die Dichtigkeiten und Elasticitäten des Aetherdunstes in einer tabellarischen Uebersicht neben einander zu stellen, so wie dieses für Alcoholdunst geschehen ist. Zur Vergleichung habe ich die durch Versuche gefundenen Werthe der Elasticitäten bey verschiedenen Temperaturen hinzugefügt, welche wegen einer grofsen, von mir im Einzelnen hinlänglich nachgewiesenen Fehlergrenze keine vollkommene Uebereinstimmung zeigen können, ohne durch ihre Ab-

(*) Mir scheint der Einflufs dieser Ursache ganz allgemein, denn auch der Abbe - Gruber fand die Depression des Quecksilbers im torricellischen Vacuo durch Wasser bey 15° R. = 9 Lin. also zu grofs. S. v. Crell Beyträge IV. 28.

weichung etwas gegen die Zulässigkeit der Formel zur Berechnung dieser Gröſsen zu beweisen. Der Vollständigkeit wegen habe ich auch die schätzbaren Versuche, welche ich von dem H. P. Schmidt erhielt, beygefügt, meine eigenen aber mit der Zahl desjenigen Versuches bezeichnet, worin ich dieselben gefunden habe.

Temperatur	Dichtigkeit des Aetherdunstes gegen Wasser	Dichtigkeit des Aetherdunstes gegen Aether von 0,717	ε nach Rechnung	ε nach Vers. d. H. P. Scmmidt (*)	ε nach Versuch Nro.
— 30°	0,00006054	0,00008444	0,619		
— 25°	0,00008878	0,0001238	0,932		
— 20°	0,0001276	0,0001780	1,376		
— 15°	0,0002268	0,0002513	1,992		
— 10°	0,0002500	0,0003488	2,836		
— 5°	0,0003416	0,0004765	3,970		
— 4°	0,0003630	0,0005062	4,238		
— 3°	0,0003854	0,0005376	4,522		
— 2°	0,0004090	0,0005711	4,822		
— 1°	0,0004339	0,0006051	5,138		
0°	0,0004599	0,0006415	5,473		
1°	0,0004873	0,0006797	5,826		
2°	0,0005160	0,0007197	6,198		

(*) Die mit einem Sternchen bezeichneten Gröſsen sind im Mittel aus den beobachteten berechnet.

3°	0,0005461	0,0007618	6,590		8,00 - 35
4°	0,0005776	0,0008263	7,002		8,40 - —
5°	0,0006108	0,0008519	7,439		8,70 - —
6°	0,0006455	0,0009002	7,897		9,37 - —
7°	0,0006813	0,0009502	8,373		9,81 - —
8°	0,0007177	0,0010010	8,861	8,980 *	10,26 - —
9°	0,0007594	0,0010592	9,418	9,505 *	10,97 - —
10°	0,0008009	0,0011172	9,978	9,782 *	11,50 - —
11°	0,0008443	0,0011775	10,566	10,453 *	12,01 - —
12°	0,0008896	0,0012408	11,182	10,502 *	12,62 - —
13°	0,0009369	0,0013068	11,829	11,463 *	13,40 - —
14°	0,0009863	0,0023756	12,509	12,425 *	14,01 - —
15°	0,0010378	0,0014475	13,219	12,635	14,60 - —
16°	0,0010915	0,0015224	13,965	13,340	15,03 - —
17°	0,0011475	0,0016004	14,744	13,947	
18°	0,0012059	0,0016818	15,562	14,704	
19°	0,0012664	0,0017663	16,414	15,361	

Temperatur	Dichtigkeit des Aetherdunstes. gegen Wasser	gegen Aether von 0,717	ε nach Rechnung	ε nach Vers. d. H. P. Schmidt	ε nach Versuch Nro.
20°	0,0013299	0,0018548	17,311	16,258	
21°	0,0013957	0,0019467	18,246	17,125	
22°	0,0014642	0,0020122	19,224	17,882	20,40 - 35
23°	0,0015355	0,0021416	20,245	18,699	21,00 - —
24°	0,0016096	0,0022449	21,311	19,546	21,85 - —
25°	0,0016865	0,0023522	22,424	20,443	22,20 —
26°	0,0017665	0,0024637	23,586	21,450	22,90 - —
27°	0,0018495	0,0025795	24,798	22,417	23,85 - —
28°	0,0019357	0,0026997	26,062	23,424	24,20 - —
29°	0,0020298	0,0028310	27,379	24, 91	24,90 - —
30°	0,0021 180	0,0029549	28,752	25,698	25,90 - —
31°	0,00221 2	0,0030882	30,182	26,715	34,85 - 42
32°	0,0023140	0,0032273	31,672		36,00 - —
33°	0,0024174	0,0033715	33,222		37,18 - —
34°	0,0025245	0,0035209	34,835		38,20 - —

35°	0,0026355	0,0036757	36,514		39,45 - 42
36°	0,0027503	0,0038359	38,259		40,85 - —
37°	0,0028692	0,0040016	40,073		42,85 - —
38°	0,0029923	0,0041734	41,960		44,85 - —
39°	0,0031197	0,0043510	43,920		46,60 - —
40°	0,0032512	0,0045344	45,952		48,23 - —
41°	0,0033872	0,0047241	48,064		50,35 - —
42°	0,0035279	0,0049203	50,257		52,35 - —
43°	0,0036732	0,0051229	52,530		54,35 - —
44°	0,0038232	0,0053322	54,893		56,38 - —
45°	0,0039782	0,0055484	57,340		58,48 - —
46°	0,0041382	0,0057715	59,877		60,85 - —
47°	0,0043033	0,0060019	62,507		62,85 - —
48°	0,0044736	0,0062394	65,231		65,20 - —
49°	0,0047577	0,0066356	68,053		67,70 - —
50°	0,0048306	0,0067372	70,915		70,65 - —
51°	0,0050175	0,0069978	74,000		74,00 - —

Temperatur	Dichtigkeit des Aetherdunstes. gegen Wasser	gegen Aether von 0,717	ε nach Rechnung	ε nach Vers. des H. P. Schmidt	ε nach Versuch Nro.
52°	0,0052101	0,0072664	77,132		76,40 - 42
53°	0,0054085	0,0075431	80,372		79,12 - 41
54°	0,0056128	0,0078282	83,722		82,00 - —
55°	0,0056908	0,0079369	85,203		84,45 - —
56°	0,0060401	0,0084241	90,770		88,05 - —
57°	0,0062633	0,0087354	94,474		92,50 - —
58°	0,0064929	0,0090556	98,300		96,50 - 42
59°	0,0067288	0,0093847	102,24		100,50 - —
60°	0,0069722	0,0097239	106,33		104,50 - —
61°	0,0072222	0,010072	110,55		107,95 - —
62°	0,0074792	0,010674	114,90		112,30 - —
63°	0,0075845	0,011070	116,94		
64°	0,0080148	0,011178	124,02		
65°	0,0082938	0,011567	128,80		
66°	0,0085804	0,011967	133,74		

67°	0,0088746	0,012377	138,82		
68°	0,0091773	0,012799	144,06		
69°	0,0094871	0,013232	149,46		
70°	0,0098040	0,013673	155,00		
75°	0,011525	0,016074	185,44		
80°	0,013473	0,018790	220,53		
85°	0,015667	0,021851	260,83		
90°	0,018128	0,025283	306,86		
95°	0,021362	0,029794	367,58		
100°	0,023933	0,033379	418,50		

7. *Verbindung zwischen Luft und Dunst.*

§. 95. Aus der genauen Erzählung derjenigen Versuche, in denen ich den mit Wasser- oder Aether-Dunst erfüllten Ballon zugleich mit trockner Luft füllte, und dann nochmals den Punkt der vollen Verdunstung untersuchte, geht durch directe Erfahrung hervor, daſs die trockne Luft von einerley Dunstart genau so viel aufzunehmen vermag, als der leere Raum. Diese Behauptung ist nicht neu, denn schon der ältere von Saussüre (*) zog die nämliche Folgerung aus seinen bekannten Versuchen; welche aber nur demjenigen genügen können, der sie nicht selbst wiederholt hat. Wenn man nämlich, bey solchen Beobachtungen nicht den ganzen Apparat frey manipuliren und dadurch die Temperatur überall gleich machen kann; so ist es unmöglich, partielle Niederschläge zu vermeiden, und die groſse, wenn gleich nicht völlige Genauigkeit der erhaltenen Resultate ist daher eine Folge der vorzüglichen Gewandtheit dieses thätigen Naturforschers im Experimentiren und des günstigen Zufalls bey den kleinen Quantitäten, womit dieselben angestellt wurden. Seiner Autorität und den Resultaten eigener Versuche und Schlüsse folgend, hat späterhin de Lüc den nämlichen Satz zu wiederholtenmalen aufgestellt (**), aber so wenig mit allgemeinem Beyfalle, daſs sein heftigster Gegner, H. Zylius die Sache sogar un-

(*) S. Vers. über Hygrometrie. d. U. p. 128 ff.
(**) S. phil. tr. 1792. 403. Journ. der phys. XXXVI. 204. Idees sur la météorol. I. 1. §. 14. Gilb. XLI. 168.

möglich findet (*). Natürlich mufsten durch einen solchen directen Widerspruch die Meinungen getheilt werden, die Frage aber zweifelhaft erscheinen, wenn gleich die meisten Physiker die Ansicht des H. v. Saussüre und de Lüc theilten. Am bestimmtesten erklärt sich H. Tralles (**) über diese Frage, wenn er sagt: „Der Druck der Luft, als solcher, zer„setzt gar keine Dämpfe; ihre Eigenthümlich„keit liegt nur darin, dafs sie bey einer be„stimmten Temperatur nicht jede Dichtigkeit „haben können u. s. w.“

Auch Volta (***) hat durch eigene Versuche, deren weitere Prüfung hier zu weitläuftig seyn würde, sich bewogen gefunden, den Satz aufzustellen, dafs die Anwesenheit der Dünste und ihre Dichtigkeit blofs von der Temperatur, keineswegs aber vom Drucke der Luft abhänge, und ähnliche Resultate eigener Beobachtungen wollen auch die HH. Clement und Desormes (†) erhalten haben. Am meisten Autorität bey den französischen Gelehrten hat ohne Zweifel die mathematische Construction dieser Aufgabe durch H. de la Place in Folge derjenigen Resultate, welche die HH. von Saussüre, Watt und Gay-Lüssac über das Verhalten der Dünste erhalten haben, und auf welche Hauy (††) sich stützend diesen Satz als völlig erwiesen in seinem Lehrbuche der Physik aufstellt. Spätere Versuche zum Be-

(*) Gilb. Ann. VII. 348.

(**) Gilb. Ann. XXVIII. 481.

(***) Gren. n. J. III. 479.

(†) Gilb. Ann. XIII. 144.

(††) Traité élémentaire de physique I. 182.

weise der Behauptung verdanken wir dem jüngeren H. v. Saussüre (*), welcher dieselben mit Aetherdunst anstellte, die aber nach der eigenen Darstellung dieses schätzbaren Gelehrten schwerlich als stringent beweisend angesehen werden können, wie dieses oben §. 77. noch ausführlicher nachgewiesen ist. Ein indirecter Beweis dieser Behauptung liegt schon in dem Geständnisse (**), dafs Alcoholdunst für solche genäherte Versuche schon zu leicht war, und noch viel weniger konnte daher diese Frage für Wasserdunst nach der gewählten Methode entschieden werden.

Vor allen andern hat Dalton (***) in den neuesten Zeiten diese Behauptung in einer weiteren Ausdehnung und in derjenigen eigenthümlichen Modification aufgestellt, welche die nach diesem Erfinder benannte Theorie über die Mischung aller expansibelen Flüssigkeiten umfafst, und wenn gleich bey weitem nicht alle Physiker mit demselben in allen Punkten einverstanden sind, so wird doch der hier in Frage stehende Gegenstand durch die Versuche der HH. de Lüc, v. Saussüre und Dalton von den meisten, z. B. H. Soldner (†), Biot (††), u. a. m. als entschieden angesehen.

§. 96. Hiermit stimmt aber eine andere Behauptung durchaus nicht überein, welche gleichfalls nicht selten aufgestellt wird, dafs

(*) Gehlen n. J. IV. 94.

(**) S. ebend. p. 95.

(***) S. bibliotheque britann. XXI. 14. Gilb. Ann. XII. 385. Fischer a. a. O.

(†) Gilb. Ann. XXXII. 205.

(††) Ebend. XXXV. 425.

nämlich durch jede Vermehrung des Luftdruckes Wasserdunst aus der Atmosphäre ausgeschieden werde. Wirklich giebt es bekanntlich mehrere Erscheinungen (*), welche zu diesem Schlusse berechtigen, und es war daher keineswegs überflüssig, die Aufgabe noch einmal genau zu prüfen. So weit dieses bis zur Grenze des Luftdruckes der atmosphärischen Luft geschehen kann, habe ich die Frage, ob im luftvollen und im luftleeren Raume eine gleiche Quantität Dunst enthalten seyn kann, für Wasser- und Aetherdunst auf eine Weise entschieden, welche jeden Zweifel ausschliefst. Dafs es nicht für Alcoholdunst gleichfalls geschehen, liegt daran, dafs ich auf einen so lange anhaltenden Winter zur Beendigung der Versuche mit Wasserdunst nicht glaubte rechnen zu dürfen, und daher keine Zeit verlieren wollte. Indefs fordert die Analogie das nämliche Gesetz des Verhaltens auch hierfür anzunehmen.

§. 97. Allein es bedarf dennoch einer critischen Prüfung, um zu entscheiden, was und wieviel aus den Versuchen gefolgert werden darf. Ueber die Art, wie die verschiedenen luft- und dunstförmigen Körper bey- und neben einander in ihren Verbindungen bestehen, ist durch dieselben gar nichts ausgemacht, und es läfst sich hierüber, also über die Zulässigkeit der Daltonschen Theorie nur indirecte ein Urtheil fällen, welches nicht geeignet ist, den in Frage stehenden Gegenstand der Entscheidung bedeutend näher zu bringen.

(*) S. Dasjenige, was ich in der ersten Abtheilung pag. 52. hierüber gesagt habe.

Blofs der Umstand ist von einiger Wichtigkeit, dafs nach dem Resultate des 39sten Versuches zweyerley Dunstarten ohne Erhöhung der Temperatur nicht neben einander bestehen können. Directe aber geht aus den Beobachtungen nur so viel hervor, dafs die durch Alcalien ausgetrocknete Luft genau so viel Dunst aufzunehmen vermag, als vorher im leeren Raume enthalten war, und dafs dadurch ihre Elasticität um so viel vermehrt wird, als die Elasticität des Dunstes auf der jedesmaligen Temperatur beträgt, weniger eine noch unbestimmte Gröfse. Auch diese unbekannte Gröfse zu bestimmen, würde von grofsem Interesse seyn, und verdient einmal der Gegenstand eigens hierfür angestellter Versuche zu werden, da noch nicht einmal erwiesen ist, ob bey verschiedenen Arten von Dünsten das nämliche Verhältnifs beständig statt findet. Wollte man aber die Folgerungen aus den Versuchen noch weiter ausdehnen, und annehmen, dafs die durch caustisches Cali ausgetrocknete Luft absolut trocken sey; so könnte dieses zu Irthümern verleiten. Es läfst sich nämlich keineswegs durch theoretische Gründe darthun, dafs die absolut trockne atmosphärische Luft nicht eine gröfsere Menge Dunst aufzunehmen vermag, als der leere Raum, da wir die Beschaffenheit einer solchen Mischung und die Art, wie dieselben mit einander verbunden sind, nicht kennen.

§. 98. Bey einem solchen Mangel einer sicheren Bestimmung ist es erlaubt, eine Hypothese aufzustellen, wenn sie anders mit ausgemachten Wahrheiten nicht in Widerspruch kommt. Nach meinem Urtheile enthält der

luftvolle Raum mehr Dunst, als der leere, und ich glaube diesen Satz unter andern durch folgende Gründe unterstützen zu können.

1) Wie grofs auch immer die Dichtigkeit des Dunstes seyn mag, so haben wir doch nach einer atomistischen Ansicht der Sache keinen Grund anzunehmen, dafs die constituirenden Bestandtheilchen desselben durch das Hinzukommen der Luft unter einem Drucke, so weit unsere gewöhnlichen Operationen reichen, ausgeschieden werden müfsten; und nach einer dynamischen Ansicht läfst sich, wie ich meine, gar kein Urtheil über die Frage fällen.

2) Dieses vorausgesetzt, und angenommen, dafs die Existenz der Affinitätsgesetze zwischen Luft und Dunst aus unleugbaren Erfahrungen gefolgert werden könne, müssen aufser der, den Theilchen des Dunstes und der Luft in dem nämlichen Raume zuzuschreibenden gleichzeitigen Existenz neben einander auch Anziehungen zwischen diesen Theilchen angenommen werden, wodurch eine Verbindung beyder entsteht, welche jedoch keine eigenthümliche brechende Kraft gegen das Licht ausübt.

3) Ich kann nicht umhin nach denjenigen Erscheinungen, welche ich im 40ten Versuche erhielt, anzunehmen, dafs die ausgetrocknete atmosphärische Luft mehr Aetherdunst aufzunehmen vermag, als der leere Raum. Zwar habe ich den Punkt der vollen Verdunstung unter beyden Bedingungen gleich angegeben, allein genau genommen wurde die Verdunstung im luftvollen Raume so leicht, so schnell und zugleich so vollständig erhalten, dafs ich überzeugt bin, ich würde bey aufmerksamer Be-

obachtung, vorsichtiger Manipulation und anhaltend gleichmäſsiger Temperatur diesen Punkt leicht tiefer herabliegend gefunden haben, wenn er gleich im luftleeren völlig genau bestimmt war. Daſs beym Wasserdunste die nämliche Erscheinung nicht statt fand, sondern hierbey unter beyden Bedingungen die Bestimmung des Punktes der vollen Verdunstung im Ganzen sehr gleich war, erkläre ich mir daraus, daſs man die atmosphärische Luft nicht absolut frey von Wasserdunst erhaten kann.

Interessant müſste es seyn zu versuchen, ob die durch Cali ausgetrocknete Luft eben solche Wirkungen auf animalische und vegetabilische Substanzen hervorbringt, als uns von einigen heissen Winden erzählt wird, wobey sie zugleich auf die, jenen eigenthümliche Temperatur erhoben werden müſste; oder ob die Luftschichten, welche jene herbeyführen, ein anderes Mischungsverhältniſs und einen noch höheren Grad der Trockenheit haben. Auch das Resultat des 39sten Versuches fordert dazu auf, durch neue Beobachtungen zu entscheiden, in welchem Verhältnisse der Temperaturerhöhungen Dünste verschiedener Flüssigkeiten bey gleichen oder ungleichen Dichtigkeiten neben einander in dem nämlichen Raume existiren können, da es nach der beygebrachten Thatsache scheint, als wenn die Dünste verschiedener Flüssigkeiten ohne beträchtliche Temperaturerhöhung neben einander bestehen können, welches mit Dalton's Theorie ziemlich, aber nicht völlig genau übereinstimmt. Absichtlich sage ich indeſs: scheint; da wir nicht wissen, auf welche

Weise die absoluten Wärmemengen durch die Grade des Thermometers gemessen werden, oder wie überhaupt die Berechnung angestellt werden muſs. Nach der Tabelle für die Dichtigkeiten des Wasserdunstes gehört zu 13° eine Dichtigkeit = 0,0000172 und für 14° = 0,0000184, wovon das arithmetische Mittel = 0,0000178 unbedenklich für 13°,5, als die Temperatur, wobey die volle Verdunstung im 39. Versuche statt fand, gesetzt werden kann. Als der Aetherdunst mit atmosphärischer Luft auf einem, vom Sättigungspunkte mit Wasserdunst bey gleicher Temperatur gewiſs nicht weit entfernten, Grade der Feuchtigkeit gemischt war, fand ich den Punkt der vollen Verdunstung bey 16°,5. Die Tabelle giebt für 16° = 0,0000212 und für 17° = 0,0000226, wovon das arithmetische Mittel = 0,0000219 für 16°,5 anzunehmen ist. Erstere Gröſse von letzterer abgezogen giebt 0,0000219 — 0,0000178 = 0,0000041, und da die Tabelle für — 6° die nämliche Gröſse giebt, nämlich 0,00000411; so folgt, daſs eine Temperaturerhöhung von 3 Grad über 13°,5 genau so viel Wasserdunst expandirt habe, als die Temperatur vom absoluten Nullpunkte bis — 6° der Reaumürschen Scale zu expandiren vermag, wenn wir annehmen, daſs der Aetherdunst von bekannter Dichtigkeit bis zur Temperatur von 13°,5 allen Wärmestoff gebunden habe. Ob aber die Bedingungen einer solchen Art der Berechnung zulässig sind, wage ich nicht zu entscheiden.

8. Verdunstung und Niederschlag.

§. 99. Ueber die Art der Existenz des Wasserdunstes, vorzüglich in der atmosphärischen Luft, und die Ursachen, welche diejenigen Veränderungen des Aggregatzustandes desselben hervorbringen, welche wir mit dem gemeinschaftlichen Namen Niederschlag belegen, und womit wir die mannigfaltigen Arten der so häufig und unter verschiedenen Abänderungen sich zeigenden atmosphärischen Prozesse bezeichnen, ist so viel geschrieben und so manches widersprechende mit Hartnäckigkeit behauptet, dafs allein die Geschichte dieser Streitigkeiten ein eigenes Werk ausmachen könnte. Fast mögte ich aber behaupten, dafs nicht leicht ein Unternehmen undankbarer seyn würde, als eine geschichtliche Darstellung der verschiedenen Hypothesen und mannigfaltigsten Behauptungen über diesen Gegenstand, weswegen ich mich überall hierauf nicht einlassen, und eben daher keine Autorität für eine oder die andere Aeufserung beybringen werde. Es mag daher genug seyn, die angestellten Versuche blofs in so fern kurz zu berücksichtigen, als aus ihnen einige Momente zur Erklärung dieser höchst interessanten atmosphärischen Prozesse entlehnt werden können.

§. 100. Die unparteyische Würdigung der sämtlichen Erscheinungen, welche sich in allen Versuchen ohne Ausnahme gezeigt haben, beweiset zur Evidenz, dafs die Verwandlung tropfbar flüssiger Substanzen in expansibelen Dunst weder eine Auflösung derselben durch Sauerstoffgas (oder Sauerstoff) noch durch Luft,

noch viel weniger aber die Bildung einer permanent elastischen Luftart sey, auch würde es nicht consequent seyn, wenn wir für diese Verbindung die Electricität als das directe Menstruum ansehen wollten, welche nach einer schon von Lichtenberg gemachten Bemerkung überall hülfreich seyn mufs, wo die Erklärung eines Naturprozesses Schwierigkeiten macht. Alle Beobachtungen zeigen vielmehr ohne Widerstreit, dafs jede Veränderung der Wärme, und wenn wir der Theorie von einem Wärmestoffe anhängen, jede Vermehrung des Quantitativen desselben eine Veränderung dieser Verbindung herbeyführt, woraus wir, sonstigen Ansichten gemäfs, nicht anders schliefsen können, als dafs die Menge des Aufgelöseten (der tropfbaren Flüssigkeit) der Menge des Auflösungsmittels (Wärmestoffes) nach einem durch die Mayersche Formel ausgedrückten Gesetze in den untersuchten Arten der Dünste proportional sey. So augenfällig diese Ansichten sind, so wenig ist auf der andern Seite zu verkennen, dafs die so schwer erklärbaren atmosphärischen Prozesse der Gewitter und Platzregen, welche stets als inextricabele Erscheinungen von den Physikern betrachtet sind, und noch zulezt einen so heftigen Streit zwischen den HH. de Lüc und Zylius veranlafsten, worin auch der achtungswerthe Lichtenberg seine sonstige Humanität vergafs, durch meine Versuche keineswegs sogleich deutlich werden. Ehe ich aber den Versuch mache, ob auch dieser Gegenstand durch die von mir aufgestellten Berechnungen etwas erhellet werden könne, mache ich auf eine Erscheinung

aufmerksam, welche zur Erklärung und Erweiterung höchstwichtiger Naturgesetze beytragen zu können scheint.

§. 101. Sicher hat kein einziger Physiker die Erscheinung unbeachtet gelassen, daſs der Wärmestoff die expandirten Substanzen mit sich fortreiſst, und an den Oberflächen kälterer Körper absetzt, allein es ist mir nicht bekannt, daſs jemand dieselbe genauer analysirt und nach ihren Eigenthümlichkeiten ausführlich erörtert habe. Wenn die Verdunstung im Freyen statt findet, und der Wasserdunst in die Höhe steigt; so wird dieses aus dem Unterschiede der specifischen Gewichte erklärt, allein im eingeschlossenen Raume steigt der Dunst so gut aufwärts, als niederwärts, und bewegt sich überhaupt nach jeder Richtung. Eine Bewegung ist hierbey nicht zu verkennen, und das bewegende Agens kann nicht wohl etwas anders als der Wärmestoff seyn. Denn wenn gleich im luftvollen Raume von einem statischen Aufsteigen die Rede seyn kann; so ist dieses doch im luftleeren bey so starker Verdünnung nicht möglich, indem ohnehin die in der Tabelle berechneten Gröſsen zeigen, daſs der Wasserdunst bey 0° schon gröſsere Dichtigkeit hat, als die Luft bey der mittleren Verdünnung in meinen Versuchen. Indem hierbey nothwendig die für sich ponderabele Basis des Dunstes hätte herabfallen müssen, stieg sie vielmehr in die Höhe, und bewegte sich überhaupt nach allen Seiten, ohne daſs wir das bewegende und selbsthätige, nach mechanischen Gesetzen und mit meſsbarer Kraft wirkende Agens in etwas anderem, als dem

Wärmestoffe finden können. Am auffallendsten wird in dieser Beziehung das mehrmals beobachtete Phänomen, daſs in kurzer Zeit, oft kaum in einer Stunde, die ganze Menge der im Ballon enthaltenen Flüssigkeit, selbst wenn sie in Eis verwandelt war, von der einen Glasfläche desselben zur gegenüberstehenden hinübergeführt wurde, wenn gleich der Unterschied der Temperatur nicht viel mehr, als 1 bis 2 Grade R. betrug. Während dieser Zeit muſste das Eis aufgelöset, expandirt und hinüber geführt werden, wo es in anderer Gestalt abermals in Eis verwandelt wurde. Auffallend ist hierbey vorzüglich noch dieser Umstand, daſs das Eis durch die Einwirkung des Wärmestoffes bey einer Temperatur von 8 und 10 Graden R. unter Null, und zwar durch einen geringen Unterschied der Wärme in tropfbar flüssige und sogleich auch in dunstförmige Gestalt verwandelt und in dieser Beschaffenheit hinübergeführt werden muſste, um an der gegenüberstehenden, etwas kälteren Glasfläche wieder in Eis verwandelt zu werden.

§. 102. Die erwähnten Beobachtungen für sich und ohne Zusammenhang mit den übrigen genommen, könnten leicht zu einseitigen Resultaten führen, eben wie das Verhalten der atmosphärischen Luft, wenn wir nichts weiter als ihre anscheinende Ausdehnung in einen unendlichen Raum aus den Versuchen mit der Luftpumpe folgern wollten. Unverkennbar ist es aber, daſs eine allgemein angenommene Voraussetzung, der Wasserdunst sey specifisch leichter als atmosphärische Luft, und folge daher ausschlieſslich den statischen Gesetzen,

durch deren Einwirkung er in die Höhe steige, den richtigen Gesichtspunkt verrückt hat, woraus die hierher gehörigen Erscheinungen angesehen seyn wollen, und es ist schon viel gewonnen, wenn diese falsche Ansicht durch die klaren Thatsachen meiner Versuche gänzlich verbannet wird. Der Wasserdunst hat unleugbar ein Gewicht, und folgt daher den allgemein anerkannten statischen Gesetzen; allein dieses statische Moment wird durch eine Menge anderweitiger Umstände, vorzüglich durch die Affinität der entstandenen Verbindung zu andern Körpern, denen sie bis zur Herstellung des Gleichgewichts um so mehr zueilt, je begieriger sie aufgenommen wird, ausnehmend bedingt. Die Dünste steigen daher nicht sowohl ausschliefslich in die Höhe, als sie sich vielmehr nach den kälteren Oertern hin bewegen, und dieses geschieht so viel langsamer, je mehr sie in dieser Bewegung durch andere Körper gehindert werden. Diese Ansichten glaubte ich vorausschicken zu müssen, ehe ich einige specielle Bemerkungen über die Hydrometeore beyzubringen mir erlaube.

§. 103. Vor allen Dingen hat die Quantität des Wassers, welches aus einer vorher klaren Atmosphäre zu Tausenden von Centnern herabstürzt, allen zahlreichen Bemühungen einer Erklärung jederzeit unüberwindliche Schwierigkeiten in den Weg gelegt. Ohne eine ausführliche Erklärung dieser Erscheinungen zu wagen, erlaube ich mir bloſs einige Bemerkungen.

1mo. Wir finden zwar im Allgemeinen die atmosphärische Luft meistens unter dem Zu-

stande der Sättigung, sobald wir sie nahe über der Erdoberfläche untersuchen, und dieses ist nothwendig, weil durch jede Verminderung der Temperatur Niederschläge entstehen, die Sättigung aber nicht augenblicklich wieder hergestellt werden kann. In höheren Schichten aber ist sie meistens weit über dem Zustande der Sättigung, indem die Wolken als wirklicher Niederschlag durch ihre Leichtigkeit in der bewegten Atmosphäre eben so schwebend erhalten werden, als die feinen Stäubchen, welche in mäfsig hohen Zimmern unter günstigen Umständen bey minder bewegter Luft leicht in solcher Menge schweben können, dafs sie in kurzer Zeit bis zur Höhe einer Linie herabfallen (*). Berücksichtigen wir die gröfsere Bewegung der Atmosphäre, vorzüglich das beständige Aufwärtsströmen der am Boden erhitzten Luft, in Verbindung mit der grofsen Höhe, bis zu welcher diese Prozesse stattfinden können, und die dort fast unaufhörlichen viel stärkeren Bewegungen der Luft, als diese nahe an der Oberfläche der Erde möglich sind; so läfst sich das Aufsteigen und Schweben selbst des specifisch schwereren Dampfes leicht erklären.

2do. Es mufs wohl berücksichtigt werden, dafs diejenigen Hydrometeore, welche in den verschiedenen Gegenden grofse Wassermengen geben, keineswegs an eben diesen Stellen entstanden sind, sondern durch die Bewegung der Luft weit hergeführt seyn können. Nun

(*) Vergl. Soldners Bemerkungen bey Gilb. Ann. XXXII. 210. Ueberhaupt beruhet diese Erscheinung auf einem bekannten Naturgesetze.

giebt zwar die Erfahrung als allgemeines Gesetz an, dafs die Temperatur mit der Entfernung von der Erdoberfläche abnimt, allein dennoch können sehr wohl ausnahmsweise warme Luftschichten, mit einer ihrer Temperatur proportionirten Menge Wasserdunst gesättigt, in die oberen Gegenden kälterer Länder getrieben werden, wo sie nicht unmittelbar, sondern erst nach einer längeren Zeit und in weiterer Entfernung ihren Wärmestoff verlieren, und damit zugleich das enthaltene Wasser fallen zu lassen gezwungen sind. Als einen redenden Beweis dieser Behauptung führe ich die gemeine Erfahrung an, dafs der Regen zuweilen bey heftigen Gewittern und Wolkenbrüchen warm, in einigen sehr seltenen Fällen sogar, dem Sprachgebrauche nach, heifs ist. Diese leztere Beobachtung ist namentlich von vielen glaubhaften Landleuten bey den schrecklichen Regengüssen gemacht, welche den verheerenden Wolkenbruch in der Gegend von Göttingen am 29sten April 1800 begleiteten (*).

30. Nicht sowohl zur Erklärung des Regens, als vielmehr der Entstehung des Hagels darf eine bekannte Beobachtung nicht übersehen werden, welche mir immer noch nicht genügend berücksichtigt zu seyn scheint, nämlich dafs der Wärmestoff die kleinsten Theilchen der tropfbaren Flüssigkeiten, selbst wenn sie gefroren sind, losreifst, und damit kälteren Gegenden zueilt, ohne dafs irgend ein statisches Moment diese Wirkung bedingt, jedoch

(*) S. eine Beschreibung desselben von Meiners im Hannöv. Magazine. Jahrg. 1800. N. 82 ff.

so, daſs dieses viel schneller in einem dünneren als in einem dichteren Medio geschieht. Die Entstehung des Hagels und Schnees hängt hiermit als ein nothwendiger, keineswegs mehr räthselhafter Naturprozeſs innig zusammen, und es ist durch ganz analoge Erscheinungen auf das bestimmteste erwiesen, daſs Dünste in einer mindestens 10° unter dem Gefrierpunkte erkälteten Atmosphäre existiren, an irgend einer Grenze niedergeschlagen und in Eis oder Schnee verwandelt werden können. Wenn man aber zugesteht, daſs dieser Prozeſs durchaus durch keine Temperatur bedingt wird, so weit unsere Erfahrung reicht; so berechtigt dieses zu dem Schlusse, daſs keine Grenze der Erkältung und Verdünnung so weit entfernt ist, daſs die Existenz des Dunstes sich nicht bis zu derselben erstrecken könnte. Wie tief daher durch solchen endlich niedergeschlagenen Dunst auch der wärmere erkältet werden muſs, fällt von selbst in die Augen.

Ist es erlaubt, hiernach eine Hypothese über die Entstehung des Hagels und Schnees zu entwerfen, so scheinen folgende Momente derselben mir die vorzüglichsten. Die aufsteigenden Dünste müssen, wenn die Temperaturen der höheren Luftschichten in einer gewissen Progression abnehmen (denn sonst wird Thau und Nebel entstehen) endlich einen Ort erreichen, wo sie niedergeschlagen werden, sobald der Grad der Erkältung der Luftschicht, worin sie sich befinden, unter diejenige herabgeht, wobey sie das Maximum der Dichtigkeit erreichen. Liegt dieser Ort verhältniſsmäſsig nicht hoch über der Oberfläche der Erde, und

sind die Dünste bey niedriger Temperatur in geringerer Menge aufgestiegen, so werden sie in kleineren Flocken als Schnee herabfallen, dessen Quantität durch die Mächtigkeit der Luftschicht, worin der Prozefs sich ereignet, und nach der Zeitdauer, während welcher übersättigte Luftschichten herbeyströmen, bestimmt wird. Ist aber die Verdunstung stark, reichen die sehr erwärmten Luftschichten hoch hinauf, oder werden übersättigte Luftschichten durch die Gewalt der Luftströmung aus wärmeren Gegenden in sehr viel kältere getrieben, so dafs vorzüglich durch die erstere Ursache ein stark bewegter Dunststrom von der ungewöhnlich erwärmten Erde lange anhaltend aufwärts steigt, dann werden die ersten Dünste bis zu einer unglaublichen Höhe getrieben, und müssen niedergeschlagen werden, sobald die Luftschicht für ihre Temperatur das Maximum der Sättigung überschritten hat. In vielen Fällen wird dieser schon anfangende Niederschlag durch einen Luftzug fortgetrieben, und an dem Orte seiner Bildung bleibt heiterer Himmel, wenn an andern die verschiedenen wässerigen Meteore beobachtet werden. Geht aber der Prozefs bey ruhiger Luft langsam vor sich, so müssen nothwendig die ersten Niederschläge in einer grofsen Höhe entstehen, deren Temperatur tief unter dem Gefrierpunkte liegt. Die hier schwebenden, zuerst gebildeten Schneeflocken (der Kern des Hagels) bilden eine Grenze, welche den erkälteten Wänden des Ballons in meinen Versuchen gleicht, und an welche sich immer mehr Dünste ansetzen, und gefrieren, während der Wärme-

stoff mit einem Theile Dunst den höheren Regionen eben so zueilt, als er in meinen Versuchen durch die Wände des Ballons drang. Von der Stärke der Verdunstung, wodurch ohne Zweifel zugleich die mechanische Bewegung der aufsteigenden Dunstpartikeln vermehrt wird, hängt dann die Menge und Gröfse der Hagelkörner ab, welche tief unter den Gefrierpunkt erkältet, in ihrem Falle durch die feuchte, und nach dem Aussehen der dunkeln Wolken zu urtheilen, weit über das Maximum hinaus übersättigte Atmosphäre noch eine Menge niedergeschlagenes Wasser zum Gefrieren bringen können (*).

4°. Es ist zwar erwiesen, dafs die Elasticität einer Mischung von Dunst und Luft der Summe beyder einzeln genommen, keineswegs gleich ist, allein sie ist gröfser, als die der trocknen Luft allein. Zwar ist es fraglich, ob die Beobachtungen, welche ich hierüber

(*) Ich kann nicht umhin, hierbey auf eine Erscheinung aufmerksam zu machen, welche mir immer viel schwieriger geschienen hat, als die Menge des Regens bey Gewittern. Es frägt sich nämlich, warum die oberen Luftschichten immer so kalt sind? Hierhin steigt, wie im Kleinen in unsern Wohnzimmern ohne Unterlafs die Wärme empor; die stets aufsteigenden Dünste führen nach den darüber bestehenden Berechnungen eine unglaubliche Menge Wärme in jene Gegenden, und doch ist es dort immer kalt. Hierbey scheint es zu gehen, wie mit den ägyptischen Kühen, welche mehr verschlangen, als sie bedurften, um fett zu seyn, und doch mager blieben. Es giebt der Thatsachen sehr viele, welche zu einer anders modificirten Theorie der Wärme auffordern, als die jezt bestehende ist. Ich mufs aber zugleich bemerken, dafs es keineswegs mein Plan ist, die Hydrometeore nach allen bedingenden Ursachen derselben vollständig zu erklären, sondern dafs es hier blofs auf die Erläuterung des Quantitativen abgesehen ist.

angestellt habe, die erforderliche Genauigkeit besitzen, um aus ihnen das Maſs der Verringerung der Elasticität aufzufinden, indeſs wird es nicht ohne Interesse seyn, wenigstens die erhaltenen Resultate zusammenzustellen, und aus diesen das arithmetische Mittel zu nehmen, um zu versuchen, ob dieses mit den übrigen Erscheinungen der Natur übereinstimmt. Es bedeuten also ε die Elasticität der Luft vor der Verbindung mit Dunst, ε' die Elasticität derselben nach dieser Verbindung nach der im ersten Theile befolgten Art der Berechnung e den Exponenten des Verhältnisses. Wir erhalten dann folgende Werthe:

Vers.		ε		ε'		e
4	—	2''',00	—	1''',23	—	0,615
5	—	2,75	—	1,52	—	0,553
10	—	2,00	—	1,78	—	0,890
14	—	1,00	—	0,43	—	0,430
22	—	1,25	—	0,66	—	0,528
25	—	1,00	—	0,48	—	0,480
26	—	0,50	—	0,23	—	0,460
27	—	1,00	—	0,38	—	0,380
28	—	1,00	—	0,28	—	0,280
					m. ar.	0,513

Der hier im arithmetischen Mittel erhaltene Exponent des Verhältnisses, in welchem sich die Verbindung von Luft und Dunst von der Summe der Elasticitäten beyder zusammengenommen entfernt, ist aus verschiedenen Gründen zu klein, theils weil bey diesen kleinen Gröſsen der Einfluſs der Capillardepression am stärksten ist, theils weil der Rest der im Ballon gebliebenen expansibelen Flüssigkeit keine

absolut trockne Luft war. Hierzu kommt hauptsächlich noch der Grund, daſs die nach der Formel berechnete Elasticität des Wasserdunstes bey 0° um eine für so kleine Barometerhöhen beträchtliche Gröſse zu groſs ist. Wenn ich aber statt dessen den durch H. P. Schmidt gefundenen Werth für die Elasticität des Wasserdunstes bey 0° als Norm annehme, und hiernach die nämliche Berechnung anstelle, so giebt dieses nach der gewählten Bezeichnung folgende Werthe:

Vers.		ε		ε'		e
4	—	2''',00	—	1''',59	—	0,795
10	—	2,00	—	2,14	—	1,070
14	—	1,00	—	0,79	—	0,790
22	—	1,25	—	0,82	—	0,648
25	—	1,00	—	0,84	—	0,840
26	—	0,50	—	0,59	—	1,180
27	—	1,00	—	0,74	—	0,740
28	—	1,00	—	0,64	—	0,640
				m. ar.		0,838

Der hierdurch im Mittel gefundene Exponent des Verhältnisses, worin die wirkliche Summe der Elasticitäten einer Verbindung von Luft und Dunst zur berechneten steht, welcher inzwischen für andere Arten des Dunstes ganz anders seyn mag, kommt gewiſs der Wahrheit sehr nahe, und wir können ihn füglich als ganz genau annehmen, wenn er nicht aus den eben angezeigten Gründen noch etwas zu klein ist; so daſs wir ihn deswegen bis zu 0,9 erhöhen müſsten. In diesem lezteren Falle erklärt es sich leicht, wie v. Saussüre, Dalton u. a. die geringe Abweichung der Elasticität

des mit atmosphärischer Luft gemischten Wasserdunstes von der Summe beyder Elasticitäten übersehen konnten, aber es war unrecht, hiernach ein allgemeines Gesetz zu constituiren, und dieses ohne weitere Prüfung auch für andere Arten des Dunstes anwendbar zu erklären.

§. 104. Dieses als richtig angenommen geht aus der oben berechneten Tabelle für Wasserdunst so viel hervor, daſs, wenn eine Schicht von Luft und Dunst im Maximo seiner Dichtigkeit von einer Temperatur von etwa 25° durch die Einwirkung verschiedener Ursachen auf 10° herabgeht, die Luft durch den entstandenen Niederschlag eine Elasticität von (1,397 — 0,410) X 0,9 = 0,888 Zoll oder 10,66 Lin. verlieren würde, die Zusammenziehung der Luft selbst durch diese Temperaturverminderung nicht mitgerechnet, wodurch nicht bloſs ein Sinken des Barometers, sondern vorzüglich auch ein Zuströmen benachbarter und höherer Luftschichten bewirkt werden muſs, welche zwar, wenn sie trockner und wärmer sind, den schon gebildeten Niederschlag wieder auflösen können, meistens aber aus gröſseren Höhen oder aus der Gegend des herrschenden Luftzuges herbeyströmend, den Niederschlag vermehren, bis die Gewalt der bewegten Luft die noch viel Wasser enthaltenden Regenwolken wegwälzt.

Alles andern nicht zu gedenken wird hieraus auf den ersten Blick klar, daſs die heftigsten Regengüsse in solchen Gegenden stattfinden müssen, wo die Temperatur am höchsten ist, mithin der Dunst im Maximo der Dichtigkeit die gröſste Menge Wasser enthält. Aus

leicht erklärlichen Gründen müssen ferner die Niederschläge in den meisten Fällen nach oben hin geringer werden, weil die Temperatur in der Regel in den höheren Luftschichten abnimt, folglich auch die Dichtigkeit der einzelnen Dunstschichten, wenn nicht besondere Ursachen eine entgegengesetzte Beschaffenheit hervorbringen. Hierdurch werden auf der einen Seite die Beobachtungen der HH. Franklin, de Lüc, Cavendisch, Howard u. a. (*) auch meine eigenen mir noch immer sehr interessanten (**) vollkommen mit der Theorie in Uebereinstimmung gebracht, auf der andern aber beweiset die mathematische Construction der irdischen Strahlenbrechung, wie sie unter andern von Biot und Mayer erst kürzlich in großer Vollkommenheit entwickelt ist (***), daſs nicht immer die wärmsten Luftschichten der Erdoberfläche am nächsten sind, sondern daſs in manchen Fällen auch das Gegentheil stattfindet.

§. 105. Eine Berechnung der Wassermengen des Regens u. s. w., welche nur etwas auf Schärfe Anspruch machen könnte, ist übrigens ganz unmöglich, weil hierzu allzuviele Data erforderlich sind; doch aber bin ich überzeugt, daſs sie sich in Gemäſsheit meiner Versuche viel genügender erhalten läſst, als bisher durch bloſs hypothetische Annahmen möglich war, wie z. B. des H. v. Arnim, welcher

(*) Gilb. Ann. XXXI. 87. XLI. 417.

(**) S. System d. atomistischen Physik p. 230.

(***) S. Gilb. Ann. XLVII. 237. imgl. commentatio de apparentiis obiectorum terrestrium in Comment. Soc. Reg. Gott. I.

3 Gran Wasserdunst auf jeden Cubikfuſs Luft rechnet (*). Vor allen Dingen müſsten die Temperaturen der höheren Luftschichten unmittelbar vor der Bildung der Hydrometeore durch Erfahrung ausgemittelt werden. Hierbey sind die Strömungen und dadurch bewirkten mechanischen Bewegungen nicht gerechnet, wodurch nach Theorie und Erfahrung groſse Regenmassen schwebend erhalten werden können. Eben daher wird eine ruhige Atmosphäre nur Thau und Nebel geben können, welcher lezterer höchstens in einen Landregen übergehen kann; alle gröſseren Hydrometeore aber sind von starken Luftströmungen begleitet, welche bis zur Stärke der heftigsten Orcane wachsen.

Aber hiervon abgesehen und angenommen, die Luftschichten hätten keine ungewöhnliche Beschaffenheit, sondern die ihnen nach Beobachtungen eigenthümliche constante Abnahme der Temperatur fände auch vor der Entstehung der wässerigen Niederschläge statt; so muſs diese zuvor sehr genau bestimmt werden, ehe eine Berechnung möglich ist. Ein bleibendes und ganz sicheres Gesetz dieser Abnahme aufzufinden, mögte aber aus begreiflichen Ursachen den Physikern wohl nie gelingen, wie eine oberflächliche Uebersicht der vorzüglichsten Angaben der Höhen beweiset, welche für 1° Wärmeunterschied gefunden sind. H. v. Saussüre (**) will 156^m für 1° C. gefunden haben. Ramond nach den Beobachtungen auf

(*) S. Gilb. Ann. IV. 326.

(**) S. Voyage §. 2051.

den höchsten schneefreyen Gebirgen 173^m. Gay-Lüssac (*) bey seinem aërostatischen Aufflüge fast 200^m; d' Aubuisson (**) dagegen durch eine Menge genauer Beobachtungen 147^m bis 150^m. Am zahlreichsten sind die Untersuchungen des H. v. Humboldt über diesen Gegenstand, welcher in Folge derselben 180^m bis 200^m für 1° C gefunden haben will (***). Nach späteren und noch länger fortgesetzten Beobachtungen giebt dieser mit Recht hochgepriesene Naturforscher noch genauer 122^t,6 für 1° R. oder 191^m,4 für 1° C an (†). Dagegen fand er in den Tropenländern nach seinen wiederholten Messungen 160^t,7 auf 1° R. (††) und auf diese Art könnte ich die Angaben noch überflüssig vermehren, wenn ich die Untersuchungen des gelehrten Meteorologen P. Cotte (†††) oder die Berechnungen des fleifsigen und scharfsinnigen Mathematikers Lambert (††††) benutzen wollte.

§. 106. Im Ganzen sieht man bald, wie viel Ungewifsheit über diesen Gegenstand herrscht, aber wahrscheinlich läfst sich mit hinreichendem Grunde annehmen, dafs die Wärmeabnahme vom Aequator nach den Polen hin wächst, und zugleich scheint es mir wenigstens in der Natur der Sache gegründet, dafs

(*) Nach H. Soldner 238^m für 1° R. S. Gilb. Ann. XXXII. 213. vergl. XX. 29.

(**) Journ. d. phys. LXXI. 35.

(***) Journal des Mines XXIV.

(†) Journal de phys. LXVI. 425.

(††) Ebend. 431.

(†††) Ebend. LXVIII. 132. und 222.

(††††) Mem. de l'Acad. de Berlin. 1772. p. 128.

nach Gay-Lüssac die Abnahme der Wärme in den untersten Schichten geringer ist, als in den oberen, wenn gleich die übrigen Beobachtungen hiermit nicht übereinstimmen. Bey solchen schwierigen Untersuchungen würde es daher am Ende nicht einmal belohnend seyn zu prüfen, ob die harmonische Reihe des H. von Lindenau mit der Erfahrung mehr übereinstimme, oder eine arithmetische Progression nach d' Aubuisson; sondern es genügt wenigstens für meinen Zweck, die Schichten als gleich mächtig anzusehen. Nehmen wir daher mit Uebergehung der Angaben des H. v. Humboldt für die Tropenländer, wo er im Mittel 110',63 oder gar 160',7 für 1° R. beobachtete, für mittlere Breiten 100 Toisen oder 600 Fuſs in runder Zahl für einen Grad R. an, so wird dieses im Allgemeinen von der Wahrheit nicht weit entfernt liegen. Die Bildung des Regens können wir füglich in 6 solchen übereinanderliegenden Schichten annehmen, welches auf allen Fall noch zu geringe ist, indem unter andern Lambert (*) die Höhe einer Wolke, die er durch ihren Schatten maſs, 7565 rheinl. Fuſs hoch, andere aber, die wir über den Spitzen hoher Berge schwebend sehen, 15000 bis 20000 Fuſs über der Meeresfläche fand, und indem ferner Gay-Lüssac bey seinem bekannten aërostatischen Versuche die Wolken noch in beträchtlicher Höhe über sich sah, als er 6977^{m},37 Höhe erreicht hatte, die gleichlautenden Beobachtungen des H. v. Humboldt für die Tropenländer nicht

(*) S. Mem. de l'Acad. de Berlin 1773. p. 44.

mit gerechnet. Weit mehr Willkührliches führt die Annahme der Temperatur mit sich. Es sey mir erlaubt, diese einmal etwas hoch, zu 25° R. und die Temperatur-Verminderung = 10° R. anzunehmen. In diesem Falle giebt die oben für Wasserdunst berechnete Tabelle einen sehr genäherten Werth der hierdurch freywerdenden Wassermasse für jede Schicht und im Ganzen nach der folgenden Uebersicht, worin t und t′ die bestandene und veränderte Temperaturen, d und d′ die ihnen zugehörigen Dichtigkeiten, δ den Unterschied, h die Höhe des dadurch freywerdenden Wassers in par. Zollen bezeichnen.

Schichten	t	d	t′	d′	δ	h
1	25°	0,0000382	15°	0,0000199	0,0000183	0,13176
2	24°	0,0000358	14°	0,0000184	0,0000174	0,12528
3	23°	0,0000336	13°	0,0000172	0,0000164	0,11808
4	22°	0,0000315	12°	0,0000160	0,0000155	0,11160
5	21°	0,0000295	11°	0,0000149	0,0000146	0,10512
6	20°	0,0000276	10°	0,0000139	0,0000137	0,09864
7	19°	0,0000259	9°	0,0000129	0,0000130	0,09360
8	18°	0,0000242	8°	0,0000120	0,0000122	0,08784
9	17°	0,0000226	7°	0,0000112	0,0000114	0,08208
10	16°	0,0000212	6°	0,0000103	0,0000109	0,07848
10 S		0,0002901		0,0001467	0,0001434	1,03248

Hiernach liefert also bey ganz ruhiger Luft die über einer gewissen Strecke befindliche Luftschicht von der angenommenen Höhe, und ohne einen sonstigen bedingenden Einflufs einen Zoll hoch Regenwasser, mithin nach den genauesten darüber angestellten Beobachtungen gerade so viel, als ein starker Regen, welcher nach einer langen Dürre in mittleren Breiten die Fluren mindestens auf 14 Tage wieder zu tränken vermag (*). Vorausgesetzt aber, dafs die Luftschichten von der angenommenen Temperatur und beym Sättigungspunkte aus wärmeren Gegenden herbeyströmen, in kälteren abgekühlt werden, und hier den Ueberschufs des enthaltenen Wassers nach der angestellten Berechnung abgeben, dieser Niederschlag aber durch gröfsere Kälte sich in Schnee verwandelt; so würde über 2 Fufs hoch Schnee fallen, wenn wir diesen nach Muschenbroek für 24mal lockerer als Wasser halten; eine Höhe, welche unter den gegebenen Bedingungen in mittleren Breiten so selten ist, dafs wir mit Recht schliefsen müssen, der Schnee entstehe in kälteren, mithin auch in weniger Wasser enthaltenden Regionen, wozu ohnehin

(*) Genaue Angaben, welche sich auf genügende Versuche mit Hyetometern gründen, sind nicht häufig, und ich selbst habe nur wenige auffinden können. Um wenigstens einige beyzubringen, führe ich nur an, dafs Leche in d. schwed. Abh. XXI. 149. nach einem von ihm für stark erklärten Regen 1,405 Zoll im Regenmesser fand. Genauer noch sind die Messungen, welche Luke Howard zu Plaistow in den Monaten October und November mit zwey Regenmessern anstellte. Unter 18 Regenschauern erhielt er nur zweymal 0,5 Zoll, viermal weniger als 0,1 Zoll, im Mittel nur 0,206 . . . Zoll Regenwasser. S. Gilb. Ann. XLI. 419.

die Erscheinungen im 8ten und folgenden Versuchen berechtigen.

§. 107. So wenig es möglich ist, von einer solchen Berechnung völlig genaue Resultate zu erwarten; so interessant wird es doch seyn, sie einer wirklichen Beobachtung anzupassen. Als im September 1801 das starke Hagelwetter in Hannover so verheerende Wirkungen anrichtete, zeigte das Thermometer fast den ganzen Tag 20° R. und stieg am Nachmittage bis 25°, wobey zugleich die unangenehm schwüle Hitze auf einen hohen Grad der Sättigung mit Wasserdunst deutete. Beym Gewitter selbst und nachher fiel das Thermometer bis 7°, und während der Nacht, vermuthlich wegen des vielen herabgefallenen Eises auf 5°. Sind meine Ansichten der Sache nicht gänzlich falsch, so können wir annehmen, daſs durch die anhaltende Hitze die erwärmten Luftschichten durch mechanische Strömung höher gehoben wurden, bis endlich durch irgend eine Ursache, sey es auch nur durch einen angefangenen, aus der schwächeren Einwirkung der Sonnenstrahlen almälig entstandenen Niederschlag (den Anfang des bedeckten oder sogenannten milchichten Himmels) und dadurch verringerte Elasticität (worauf das Fallen des Barometers deutet) ein Herabströmen der kälteren Luftschichten aus einer beträchtlichen Höhe bewirkt wurde, wodurch der eingeleitete Prozeſs des Niederschlags, vergröſsert und immer mächtiger werden muſste. Man kann in einem solchen Falle leicht 15 Schichten rechnen, und wenn dann vorausgesetzt werden darf, daſs diese bis zu dem beobachteten ver-

minderten Thermometerstande erkältet wurden; so liegen in diesen allerdings schwankenden Voraussetzungen die Data zur Berechnung der Wassermengen, welche durch einen solchen Prozefs frey werden mufsten. Sie sind nach der oben gewählten Bezeichnungsart folgende (*).

(*) Die beobachtete Temperatur von 25° ist innerhalb der Stadt gemessen, und wahrscheinlich nicht frey von dem Einflusse örtlicher Erwärmung. Dagegen sind 15 Schichten, welche eine Höhe von nicht mehr als 9000 F. geben, gewifs zu wenig. Absolute Schärfe der Rechnung ist hierbey überall nicht zu erreichen.

Schichten	t	d	t′	d′	δ	h.
1	25°	0,0000382	7°	0,0000112	0,0000270	0,19440
2	24°	0,0000358	6°	0,0000103	0,0000255	0,18360
3	23°	0,0000336	5°	0,0000096	0,0000240	0,17280
4	22°	0,0000315	4°	0,0000089	0,0000226	0,16272
5	21°	0,0000295	3°	0,0000082	0,0000213	0,15336
6	20°	0,0000276	2°	0,0000076	0,0000200	0,1440
7	19°	0,0000259	1°	0,0000070	0,0000189	0,13608
8	18°	0,0000242	0°	0,0000065	0,0000177	0,12744
9	17°	0,0000226	— 1°	0,0000060	0,0000166	0,11950
10	16°	0,0000212	— 2°	0,0000055	0,0000157	0,11304
11	15°	0,0000199	— 3°	0,0000051	0,0000148	0,10656
12	14°	0,0000184	— 4°	0,0000048	0,0000136	0,09792
13	13°	0,0000172	— 5°	0,0000043	0,0000129	0,09288
14	12°	0,0000160	— 6°	0,0000041	0,0000119	0,08568
15	11°	0,0000149	— 7°	0,0000037	0,0000112	0,08064
15	S	0,0003765		0,0001028	0,0002737	1,97062

Dieses gäbe also fast zwey Zoll hoch Wasser und Eis, und nicht weniger als $\frac{1}{15}$ der gesamten Regenmenge, welche nach den Beobachtungen der Meteorologen im Mittel jährlich in unseren Breiten herabfällt. Auf eine Quadratmeile zu 24000 Fuſs Seite gerechnet, würden diese 92'763300 Cub. Fuſs Wasser, und den pariser Cubikfuſs Wasser zu 70 ℔, den Centner zu 100 ℔ gerechnet, 64'927300 Centner betragen. Weit entfernt mir einzubilden, daſs ich hiermit einen so bedeutenden meteorologischen Prozeſs zur definitiven Entscheidung gebracht hätte, glaube ich vielmehr bloſs erwiesen zu haben, daſs auch ohne auſserordentliche bedingende Ursachen die Quantität des vom Himmel herabfallenden Wassers leicht aus den erwiesenen Thatsachen berechnet werden könne. Zugleich ist es aus der Erzählung der Versuche für sich klar, daſs die Berge bey ihrer niedrigern Temperatur die beständigen Ableiter für den aufsteigenden Dunst sind, so daſs bey weitem der geringste Theil desselben als Niederschlag wieder herabfällt, der gröſste Theil dagegen durch die Berge eingesogen wird und zur Ernährung der Flüsse dient.

§. 108. Ein Einwurf, welcher diese Untersuchungen sämtlich als nichtig darstellen zu können scheint, liegt zu nahe bey der Sache, und ist mit den Erscheinungen selbst viel zu unmittelbar verbunden, als daſs ich demselben nicht eine kurze Berücksichtigung widmen sollte. Es kann nämlich zwar als factisch durch meine Versuche begründet angesehen werden, daſs durch den angegebenen Unterschied der Temperaturen die berechnete Menge Wassers

frey werden muſs, wenn die Atmosphäre im Zustande der Sättigung war, und es ist zugleich keinen Augenblick zweifelhaft, daſs wenigstens die meisten Luftschichten, wenn auch nicht die ganze Summe derselben, leicht über den Punkt der Sättigung hinausgehen; allein das ganze Phänomen des Niederschlags wird unerklärbar durch die Frage, wo denn derjenige Wärmestoff bleibt, welcher, vorher gebunden, durch die Veränderung des Aggregatzustandes der expandirten Flüssigkeit frey wird. Noch ist zwar durch Versuche nicht ausgemittelt, um wie viele Grade des Thermometers die Wärme erhöhet wird, wenn der Dunst von verschiedenen Temperaturen in den Zustand der tropfbaren Flüssigkeit übergeht, allein aus der Erfahrung, daſs im Wasserdunste, wenn er über den Siedepunkt erhitzt wird, von 0° an gerechnet, eine ausnehmend groſse Menge Wärme gebunden ist, geht evident hervor; daſs auf allen Fall zwar wohl eine Abkühlung der Luftschichten denkbar ist, daſs sie aber unmöglich nach den gewöhnlichen Ansichten der Naturerscheinungen so stark seyn kann, um auch die durch den Niederschlag des Wasserdunstes frey gewordene Wärme wieder zu binden. Wir sehen hieraus, daſs die Schwierigkeiten, die Hydrometeore zu erklären, keineswegs darin liegen, die Menge des erscheinenden Wassers nachzuweisen, sondern vielmehr das plötzliche Verschwinden des Wärmestoffs mit den wohlerkannten Naturgesetzen in Uebereinstimmung zu bringen.

§. 109. Wenn also gleich die Erklärung der wichtigsten Naturerscheinungen hierdurch

keineswegs leichter geworden ist, sondern vielmehr auf der Lösung eines noch schwereren Problem's beruhet, worauf schon lange vor mir der unermüdet forschende Meteorologe de Lüc (*) aufmerksam gemacht hat; so läfst sich doch nicht leugnen, dafs man es für einen wahren Gewinn rechnen mufs, die Sache der Wahrheit einen grofsen Schritt näher gebracht, und die eigentlich zu erklärenden Fragen aufgestellt zu haben. Die Beantwortung derselben aber liegt ganz aufser den Grenzen dieser Abhandlung, und ich kann und mufs mich daher jeder weiteren Untersuchung billig enthalten. Im Allgemeinen aber sey es mir erlaubt zu bemerken, dafs eine Menge theoretische Reflectionen, gegründet auf eine grofse Zahl von Beobachtungen in mir bedeutende Zweifel gegen die bisher gangbaren Ansichten der Wärmelehre hervorgebracht haben, welche in einer eigenen Abhandlung künftig zu entwickeln, und die Auffindung einer neuen Theorie der Wärme wenigstens zu versuchen ich mir vorläufig vorgenommen habe.

(*) S. Grens J. d. Ph. IV. 251.

Zweyte Abhandlung.

Versuch

zur

Beantwortung der Frage,

ob

die Ausflüsse riechender Stoffe elastisch sind.

Ueber

die Ausdünstungen riechender Stoffe.

Schwerlich hat man jemals bezweifelt, dafs von den riechenden Stoffen, z. B. den Blumen, den ätherischen Oelen, dem Moschus, Kampfer u. s. w. gewisse Theilchen, welche die Geruchsnerven afficiren, losgerissen und fortgeführt werden, auch ist es ein längst bekannter und allgemein angenommener Satz, dafs dieselben wegen ihrer Feinheit und der hieraus folgenden unendlichen Theilbarkeit der Materie viele Aufmerksamkeit verdienen, wenn wir unter unendlich dasjenige verstehen, was zwar durch Ziffern ausgedrückt werden kann, aber dessen Zahlenwerth für unsere Vorstellung verschwindet. So lange noch Emanationen, Wirbel und Aether alles zu erklären hinreichten, konnte die Sache gar nichts Auffallendes haben, allein nach dem gegenwärtigen Zustande der Wissenschaften, wo einer jeden Erklärung zuerst eine genaue Untersuchung der Erscheinungen selbst vorausgehen mufs, zugleich aber kein Gesetz als gültig anerkannt wird, wenn es nicht in seinem ganzen Umfange klar und deutlich begriffen werden kann; reichen solche schwankende Prinzipien keineswegs mehr aus.

Es war sehr natürlich, daſs man der Analogie nach im Allgemeinen geneigt war, diese riechenden Theilchen der Körper als expansibele Flüssigkeiten zu denken, um so mehr, da ein groſser Theil tropfbarer Flüssigkeiten, deren Verwandlung in expansibele allgemein bekannt ist, einen starken Geruch verbreiten, und manche stark riechende Substanzen vorzugsweise in Gasgestalt erscheinen, als namentlich das Ammoniak und die sauern Gasarten. Auſserdem wird fast ohne Ausnahme angenommen, daſs die riechenden Partikeln bey ihrer sogenannten Verdunstung mit dem Wärmestoffe verbunden, und durch denselben verflüchtigt werden, und was ist dann natürlicher, als daſs dieses an sich und absolut elastische Fluidum, wie viele sich dasselbe denken, oder welches wenigstens einer groſsen Menge von Verbindungen, die es mit verschiedenen Grundlagen eingeht, diese Eigenschaft der Expansion mittheilen soll, auch die riechbaren Partikeln der verschiedenen Körper expansibel mache? Ich selbst ging daher von dem Gesichtspunkte aus, daſs die Expansibilität der riechenden Stoffe keineswegs zweifelhaft sey, und es war mir bey Veranlassung der in der ersten Abhandlung enthaltenen Versuche bloſs darum zu thun, die Gröſse derselben zu erforschen. Wenn wir aber die Sache aus einem allgemeinen Gesichtspunkte und ganz für sich bestehend betrachten; so steht uns keineswegs ein Schluſs über das Ganze dieser Erscheinung zu, vielmehr könnte man die Skepsis so weit treiben, daſs man z. B. selbst im Ammoniak diejenigen Partikelchen, welche eine Wirkung auf

die Geruchsnerven hervorbringen, einem elastischen Fluidum adhärirend dächte, und also die expansibele Form der riechenden Stoffe allgemein bezweifelte. Wer weiſs, welche Ansicht die eigentlich richtige ist? Wenigstens verdient es wohl berücksichtigt zu werden, daſs bekanntlich das Quecksilber im torricellischen Raume sublimirt wird, und sich in kleinen Kügelchen wieder ansetzt, ohne daſs noch jemand, bey welcher Temperatur es auch seyn mag, eine hierdurch bewirkte Depression der Quecksilbersäule beobachtet hat. Hier haben wir also eine Verbindung zwischen Wärme und einer Flüssigkeit, und noch dazu einer solchen, welche in sehr hoher Temperatur einen sehr elastischen Dampf bildet, deren Expansibilität entweder = o oder wenigstens unmeſsbar klein ist.

Inzwischen ist diese Frage schon früher ein Gegenstand vielfacher Untersuchungen gewesen, wozu die Veranlassung durch die Bewegung kleiner Stücke Kampfer auf Wasser gegeben wurde. Der starke Geruch desselben, sein gänzliches Verschwinden durch den lange dauernden Einfluſs der freyen Luft und das erwähnte interessante Phänomen scheinen die Bildung und das Ausströmen einer expansibelen Flüssigkeit auſser Zweifel zu setzen, und wirklich will auch schon von Bergen an den kleinen kreiselnden Kampferstücken büschelförmige Ströme einer sehr feinen Materie nach Art der durch Nollet abgebildeten electrischen Strahlenpinsel ausflieſsen gesehen haben (*).

(*) Nova acta phys. med. Acad. Nat. Cur. 1. obs. 49. p. 195. (Norimb. 1757.)

Was doch die Beobachter nicht überall sehen, wenn sie voraus überzeugt sind, daſs eine Sache nicht anders seyn kann! Auſser diesem aber haben eine Menge Naturforscher sich mit der Beobachtung und Erklärung dieser interessanten Naturerscheinung beschäftigt, als Romieu, welcher inzwischen dieses Phänomen aus der Electricität ableitet (*), Lichtenberg (**), Volta, Caldani, Prevost (***) und vorzüglich Draparnaud (†), welche im Ganzen der Meinung zugethan sind, daſs diese Erscheinung durch die Reaction des Wassers gegen einen ausströmenden expansibelen Stoff, welcher die Geruchsnerven afficirt, hervorgebracht werde. Einige schätzbare und vorzüglich genaue Beobachtungen verdanken wir auch H. Schmidt (††), welcher sich denselben zu Folge gleichfalls für einen ausströmenden expansibelen Dunst erklärt.

Mehrere Physiker aber sind dieser Erklärung nicht zugethan, indem sie entweder eine andere aufstellen oder die erwähnte geradezu mit nicht verwerflichen Gründen in Anspruch

(*) S. v. Crell chem. Ann. 1788. I. 407.

(**) S. ebend. 1794. II. 215.

(***) S. Gren N. J. IV. 242 — 246. Scherer J. 1. 143 ff. wo die Quellen angegeben sind, imgl. Biot extrait des recherches de Ben. Prevost et de quelques autres physiciens sur les mouvements des substances odorantes placées sur l'eau. Soc. Phil. A. IX. p. 42. imgl. weitere liter. Nachweisungen bey Gilb. XXIV. 147.

(†) S. Experiences et observations sur le mouvement gyratoire de molecules de campher. Journ. de santé et d'Hhist. Nat. de Bourdeaux. III. 264. imgl. Ann. de chim. XLVII. 303.

(††) S. Scherer J. I. p. 705. in Verb. mit Handb. d. Nat. I. 302. Anm.

nehmen, und ich muſs gestehen, daſs ein solches Ausströmen, welches übrigens noch nie durch seine Wirkungen gegen leichtbewegliche Körper, als seidene Fäden u. s. w. wahrgenommen ist, eine sehr meſsbare Gewalt haben müſste, wenn das Zurücktreiben einer dünnen Wasserschicht, in einem Kreise von mehr als einem Zoll Durchmesser, wie dieses durch ein kleines Stückchen Kampfer jederzeit bewirkt wird, gleichfalls hieraus erklärt werden sollte. Wollen wir dieses leztere Phänomen aber aus den Gesetzen der Attraction erklären, weil der hypothetische Strom des ausdünstenden Kampfers sich bloſs gegen Wasser, und durchaus nicht gegen sonstige noch so leicht bewegliche Körper äuſsert; so ist es fraglich, ob nicht überhaupt die Verdunstung des Kampfers gleichfalls durch die Gesetze der Attraction hervorgebracht wird, um so mehr, da wir wissen, wie wirksam im ganzen Reiche der Natur die verschiedenen Anziehungen sich selbst durch mechanische Gewalt äuſsern (*). Ebendaher hat unlängst H. P. Link (**) darauf aufmerksam gemacht, daſs in der Demonstration des H. Prevost ein Cirkel sey, indem er schlieſst: starkriechende Substanzen verursachen eine Strömung des Wassers durch ihre (expansibelen) riechenden Ausdünstungen, und wenn andere nicht riechende Körper ähnliche Erscheinungen zeigen; so müssen diese nothwendig durch ähnliche entwickelte Theilchen

(*) S. die sinnreichen Aeuſserungen hierüber in J. T. Mayer de affinitate chemica corporum coelestium p. 60. sect. 29. in comment. Soc. Reg. Gott. Vol. XVI.

(**) S. Gilb. Ann. XXIV. 128.

hervorgebracht werden. H. D. Raschig (*) macht bey der Beobachtung, daſs unter den Metallen namentlich Eisen und Zink, wenn man sie reibt oder ihre Temperatur erhöhet, einen merklichen Geruch verbreiten, zugleich die Bemerkung, daſs eben diese Metalle nur in sehr starker Hitze verdampfen, und daher auch ohne eigentliche Ausdampfung in einer gewissen Entfernung (wovon er auf eine actio in distans schlieſsen zu können glaubt) auf die Geruchsnerven wirken. Mit Recht setzt er hinzu, daſs die eigenthümliche Verdunstungsfähigkeit der meisten riechbaren Stoffe hierbey nicht in Betrachtung gezogen werden darf. Sehr gehaltreiche Untersuchungen und Erfahrungen verdanken wir H. Venturi (**), welcher zugleich das Verdampfen des Kampfers im torricellischen Vacuo erwähnt, mit dem Zusatze, daſs der (bey mittlerer Temperatur) gebildete Dampf sehr wenig elastisch sey. Mit seiner Erklärung des bekannten Phänomens der kreiselnden Bewegung des Kampfers auf Wasser stimmt auch Brugnatelli überein, welcher nach einer groſsen Menge angestellter Versuche die Ursache in den Gesetzen der Attraction findet, welche zwischen dem Wasser und einem aus dem Kampfer flieſsenden, auf der Oberfläche des Wassers sich verbreitenden ätherischen Oele angenommen werden müsse (***). Am vollständigsten aber sind die verschiedenen Untersuchungen, welche Carra-

(*) S. Ebend. XXIII. 228.

(**) Ebend. II. 298. und vorzügl. 306.

(***) S. v. Crell chem. Ann. 1788. I. 407. imgl. 1794. II. 214.

dori über diesen Gegenstand angestellt hat, welcher die von Draparnaud aufgestellten Sätze prüft und widerlegt, zugleich aber die Erscheinung selbst für eine Folge der Flächenanziehung hält (*). Diese Ansicht mögte auch wohl die richtigste seyn, wenn anders überhaupt eine sogenannte Flächenkraft angenommen werden darf, eine Frage, welche nach demjenigen, was H. H. Mayer hierüber aufgestellt hat (**), allerdings noch zweifelhaft ist.

Wäre es um eine ausführliche Uebersicht aller hierher gehörigen Untersuchungen zu thun; so müfsten sogar die Hypothesen von einem spiritus rector oder mehreren Arten desselben, imgleichen von einem besondern Riechstoffe, dem sogenannten aroma, als einem den Pflanzen vorzugsweise zugehörigen Bestandtheile erörtert werden, wie sich dieselben seit Boerhave bis auf Fourcroy erhalten haben (***). Lezterer meint gleichfalls, dafs die riechenden Substanzen den expansibelen Flüssigkeiten beyzuzählen sind, und dafs ihre Expansibilität der Stärke ihrer Riechbarkeit proportional sey; allein er macht zugleich auf die sehr wichtige Erscheinung aufmerksam, dafs von erweislich nicht flüchtigen Körpern riechbare Theilchen aufsteigen, und auf diese

(*) S. Ann. de chim. LI. 216. aus Gilb. XXIV. 140. imgl. 152 — 157 u. f.

(**) S. a. a. O. p. 34. §. 4.

(***) S. Scherer J. III. 539 ff. Maquer chem. Wört. VI. 325 — 328. v. Crell chem. Ann. 1799. II. 38. Hildebrandt Anfangsgr. d. Chem. III. 895 und 958. Hagen Grundsätze d. Chem. p. 99.

Weise den Geruchsnerven zugeführt werden (*). Dafs es keinen spiritus rector, und kein absolutes, jede Geruchsafficirung hervorbringendes aroma giebt, hat H. Hermstädt sehr genügend erwiesen (**), und zugleich die verschiedenen Gerüche unter besondere Classen zu ordnen gesucht; ob aber alle durch expansibele Stoffe hervorgebracht werden oder nicht, ist bis jezt noch auf dem Wege der Erfahrung nicht mit hinlänglicher Gewifsheit ausgemittelt.

Eine erschöpfende Untersuchung über diese verschiedenen Gegenstände, wodurch die Erscheinungen vollständig erklärt und die falschen Ansichten berichtigt werden könnten, und woraus endlich hervorgehen würde, von welcher eigenthümlichen Beschaffenheit diejenigen Partikelchen sind, welche die verschiedenen Afficirungen der Geruchsnerven bewirken, überlasse ich billiger Weise den Chemikern. Allein einen nicht unbeträchtlichen und an sich nicht uninteressanten Beytrag hierzu liefern, wie ich hoffe, die nachfolgenden Beobachtungen über die Elasticität des Kampferdunstes — wenn wir die riechenden Emanationen desselben mit diesem Namen belegen dürfen — welche ich in dieser Abhandlung zusammenzustellen mir erlaube. Wie wenig wir noch bis jezt über das eigentliche Wesen dieser Erscheinung wissen, ist schon daraus ersichtlich, dafs noch nicht einmal definitiv entschieden ist, ob die von diesen Substanzen sich trennenden riechbaren Partickelchen durch eigene

(*) S. Scherer a. a. O. 544 u. 45.

(**) S. Magazin der Ges. nat. Fr. in Berlin. 1811. p. 111 ff.

Repulsion abgerissen werden und wegen ihrer Feinheit mechanisch in der Luft schwimmen, oder ob der Wärmestoff oder etwa die Luft im Ganzen, wenn nicht ein einzelner Bestandtheil derselben, ob endlich die wäfserigen und sonstigen Dünste der Atmosphäre oder gar eine unbekannte Substanz sich mit ihnen zu einem expansibelen Fluido verbindet. Ohne irgend eine von diesen Fragen zu berücksichtigen, richtete ich mein Augenmerk vorzüglich auf den Grad der Expansibilität der verdunsteten riechbaren Stoffe, vorzüglich des Kampfers, welcher eine solche Untersuchung vor andern verdient, und die grofsen Schwierigkeiten, welche die zu diesem Ende angestellten Versuche mit sich führten, zeigten mir sehr einleuchtend, welche zahlreiche Hindernisse der Ergründung irgend eines Naturgesetzes nicht selten im Wege stehen.

Versuch 1.

Ich nahm fünf gleiche, genau gewogene Portionen Kampfer, jede 60 Mites schwer. Rechnen wir sein specif. Gew. nach Brisson 0,969; so betrug jede derselben dem Volumen nach gegen destillirtes Wasser $\frac{1}{161,5}$ Cub. Zoll. Um die Verflüchtigung (Verdunstung) dieser Substanz unter verschiedenen Bedingungen zu prüfen, schüttete ich vier der gewogenen Portionen in zolllange, unten verschmolzene Glasröhrchen von 2,5 Lin. Durchmesser; die fünfte breitete ich auf Papier aus, und legte sie an einen schwach erleuchteten Platz eines unge-

heizten Zimmers. Die vier genannten Röhrchen, nachdem sie ein Gestell von Kork erhalten hatten, stellte ich an verschiedene Orte, nämlich das eine unter die in der ersten Abhandlung beschriebene Klocke, worunter die Luft drey Tage lang durch Aetzcali ausgetrocknet war; das zweyte auf das Gehäuse einer im Zimmer stehenden Pendüle; das dritte, welches noch einmal so lang und unten mit Wasser gefüllt war, von welchem ein am Rande fein eingekerbter Kork den Kampfer trennte, wurde mit einem Schwimmer von Kork versehen, und in ein Glas mit Wasser so hineingesenkt, daſs der ganze Apparat nur eine Linie über das Niveau desselben hervorragte. Dieses stellte ich in gleicher Höhe mit dem vorigen in einer Entfernung von fünf Fuſs auf einen Schrank im nämlichen Zimmer. Das vierte Röhrchen war so montirt, daſs ich dasselbe vermittelst der messingnen Fassung in den in der vorigen Abhandlung beschriebenen Ballon bringen konnte. Um gegen den möglichen schnellen Einfluſs des leeren Raumes auf die Verdunstung gesichert zu seyn, übergoſs ich den Kampfer in demselben mit einer Lage Quecksilber von etwa 6 Linien, brachte den so vorgerichteten, mit Thermometer und Heberbarometer versehenen Apparat vorsichtig in den Ballon, und exantlirte denselben. Nachdem der Hahn abgeschlossen, der Ballon abgeschroben und umgekehrt war, fiel das Quecksilber im Heberbarometer auf 1,25 Lin. herab, welchen Stand genau das Barometer an der Luftpumpe gezeigt hatte. Bey einer genauen, während 24 Stunden und bey einem Wechsel

der Temperatur zwischen 0° und 15° fortgesetzten Beobachtung konnte ich keine Veränderung dieses Standes wahrnehmen.

Weil ich fürchten mufste, dafs ich bey diesem Verfahren vielleicht Monate lang vergebens auf eine wahrnehmbare Veränderung warten könne, um so mehr, da nach Kunsemüller (*) der Kampfer in papiernen Tuten während vierzehn Wochen noch nicht die Hälfte seines Gewichts verlieren soll, wenn nicht der Einflufs des Wasserdunstes die Auflösung desselben beschleunigt; so entschlofs ich mich, den Apparat auseinander zu nehmen. Hierbey bemerkte ich einen sehr kenntlichen Geruch nach Kampfer, aber eine Gewichtsveränderung zeigte die Waage nicht an, woraus ich auf eine sehr geringe Verflüchtigung schliessen konnte. Der Einflufs des Luftdruckes auf die Verdunstung des Kampfers kann also keinesweges so beträchtlich seyn, als auf sonstige tropfbar flüssige Substanzen. Inzwischen füllte ich das Röhrchen wieder mit der nämlichen Quantität frisch abgewogenen Kampfers, ohne jedoch Quecksilber darüber zu giefsen, damit die kleinen Partikelchen desselben nicht zu fest gedrückt werden mögten, exantlirte den Ballon, und kehrte ihn dann um. Hierbey fielen, wie ich es gewünscht hatte, gegen zwölf kleine Theilchen Kampfer heraus, wovon die gröfsten etwa $\frac{1}{30}$stel, die mittleren $\frac{1}{50}$stel, die kleinsten kaum sichtbaren $\frac{1}{80}$stel Linie Durchmesser haben mogten, so weit eine solche Schätzung dieser Gröfsen überhaupt möglich ist. Es war

(*) S. v. Crell Ann. 1789. I. 417 ff.

Nachmittags 4 Uhr, als dieses geschah, und gegen 7 Uhr Abends waren die fünf kleinsten verschwunden, die übrigen sichtbar kleiner geworden, veränderten sich dann aber nicht weiter, wovon vielleicht auf ein Maximum der Erfüllung des Ballons mit Kampferdunst geschlossen werden kann.

Am andern Morgen liefs ich die Sonnenstrahlen auf den Ballon fallen, welche verbunden mit der Einwirkung der Stubenwärme eine Temperatur von 15° hervorbrachten. Hierdurch wurde die eine Hälfte der inneren Fläche des mit seiner Mündung herabwärts hängenden, den Kampfer enthaltenden Röhrchens bis so weit, als der Kampfer selbst reichte, mit kleinen durchsichtigen Partikeln überzogen, welche in der gehörigen Gesichtsweite besehen den Thautropfen glichen, durch ein stark vergröfserndes, Hoffmannsches, einfaches Microscop aber eine vollendete Crystallform zeigten, die ihrer Durchsichtigkeit wegen weniger kenntlich war, mir aber nach wiederholten Beobachtungen die der vollkommenen Dodecaeder zu seyn schien, wofür ihre anscheinend runde Gestalt und die sehr kenntlich hervorstechenden, regelmäfsigen Pentagonen sprachen (*). Uebrigens glichen sie vollkom-

(*) Das Sublimiren des Kampfers ist eine bekannte Sache, imgleichen dafs er aus den geistigen und öligten Auflösungen in crystallinischer Form, nämlich als in einander verschlungene Blätter niederfällt, wie man dieses am schönsten am sogenannten Wetterparoscop S. Lichtenberg verm. Schr. VIII. 124. wahrnehmen kann. *Romieu* will beym Sublimiren sechsseitige Blätter oder Pyramiden erhalten haben S. Klaproth u. Wolf chem. Wörter. III. 71. und ich habe späterhin

men denjenigen Crystallen, welche sich in solchen Gläsern anzusetzen pflegen, worin Kampfer eine längere Zeit aufbewahrt wird, wenn man sie dem Lichte aussetzt und sie safsen so fest an der Glasfläche an, dafs sie nicht anders, als nach Ueberwindung eines merklichen Widerstandes vermittelst eines kleinen Hölzchens abgenommen werden konnten. Am Heberbarometer bemerkte ich gar keine Veränderung, aber es zeigte sich, als ich den Apparat auseinander genommen hatte, und den Ballon gegen das Licht hielt, an der einen Seite desselben ein sehr feiner Niederschlag, welcher nicht durch die eindringende Luft präcipitirt seyn konnte, sondern ohne Zweifel durch einseitige Erwärmung entstanden war. Bey einer Erwärmung bis 25° verschwand derselbe sehr bald, der Ballon wurde vollkommen klar, behielt aber einen penetranten Geruch, welcher durch alle nachher noch oft wiederholten Reinigungen nicht völlig verschwand, und erst durch den Gebrauch gänzlich vertilgt wurde.

Am 28sten Febr. mufste ich die in Vers. 1 erwähnte Campane zu andern Zwecken benutzen, nahm daher den Kampfer, welcher vom 20sten an unter derselben gestanden hatte, weg, weil

oft solche über einander geschichtete Blätter erhalten, deren Form ganz unverkennbar war, allein die auf solche Weise erhaltenen kleinen Crystalle sind gewifs Körper (im Gegensatz der Blätter) und schienen mir, so wie andern nicht ungeübten Beobachtern Dodecaeder zu seyn. H. Prof. Ullmann, der Mineraloge, war dagegen geneigt, sie für Octaeder mit verschobenen Flächen zu halten. So viel ist gewifs und zugleich nicht uninteressant, dafs der Kampfer unter verschiedenen Modificationen der Sublimirung verschiedene Formen der Crystalle zeigt.

ich ohnehin glauben mufste, dafs die Verdunstung desselben ihr Maximum erreicht habe. Zur Vergleichung wog ich den Kampfer im Röhrchen und auch diejenige Portion, welche auf dem Gehäuse der Pendüle gestanden hatte. Erstere gab einen Gewichtsverlust von 8,75 Mites, leztere von 12 Mites; die Wände der Klocke waren vollkommen klar, im Röhrchen safsen feine Theile lose an den Wänden, aber ganz ohne crystallische Form, und waren daher blofs Bruchtheilchen der gröfseren Stücke, woraus ich schliefsen mufs, dafs die schnelle Bildung der Crystalle, die ich im Ballon wahrgenommen hatte, wahrscheinlich eine mittelbare Folge des Einflusses ist, welchen der leere Raum hervorbringt.

Die Verdunstung der übrigen drey Portionen geschah sehr langsam, aber doch in wirklich verschiedenen Zeiträumen, welche völlig abzuwarten ich nicht hinlängliche Geduld hatte. Diejenige, welche im ungeheitzten Zimmer auf Papier ausgebreitet lag, war nach acht Wochen bis auf drey sehr kleine, blendend weifse und undurchsichtige Stückchen verschwunden. Die andern beyden Portionen, wovon die eine dem steten Einflusse des Wasserdunstes ausgesetzt war, zeigten nach der nämlichen Zeit zwar eine merkbare Verminderung, aber ich glaube dieselbe doch nicht höher, als etwa 0,2 des Ganzen, dem Volumen nach, anschlagen zu können (*), und zwar bey beyden gleich.

(*) Diese geringe Verdunstung scheint mit derjenigen, welche so eben durch das Gewicht ausgedrückt ist, nicht übereinzustimmen, allein da beyde Angaben zuverlässig sind; so vermuthe ich, dafs der Kampfer

Weil ich aber, der übrigen Hindernisse nicht zu gedenken, den Einflufs des Staubes bey so lange dauernden Beobachtungen nicht vermeiden konnte; so hielt ich es nicht der Mühe werth, die Verschiedenheit der Verminderung beyder Portionen durch das Gewicht zu bestimmen, um so mehr, da die weitere Verfolgung dieses Gegenstandes von meinen eigentlichen Untersuchungen zu weit entfernt lag.

Versuch 2.

Es dauerte mehrere Monate, ehe Zeit und Witterung mir verstatteten, diese Untersuchungen fortzusetzen, und erst am dritten July wurde ich mit dem erforderlichen Apparate fertig. Ich kochte nämlich eine Glasröhre von 2,7 Linien Durchmesser, und dünnem Glase mit gereinigtem Quecksilber, bis ganz ans Ende sorgfältig aus, schnitt aus einem festen Stücke Kampfer eine kleine Portion, deren Inhalt ohngefähr $\frac{1}{3}$ Cubik-Linie ausmachen mogte, legte diese auf die Fläche des Quecksilbers in der Röhre, verschlofs die Mündung mit einem Finger, indem ich den Kampfer in das Metall drückte, und kehrte die Röhre im Quecksilber um, welches mir so vollkommen gelang, dafs durchaus keine Luft mit in die Röhre kam. Nach einiger Bewegung sah ich den Kampfer über das Niveau des Quecksilbers im

entweder etwas Wasser enthält, oder aus verschiedenen, relativ flüchtigern Bestandtheilen gemischt ist, wovon die flüchtigsten sich zuerst, und zwar nicht gerade von der Oberfläche losreifsen. Die Zulässigkeit dieser Hypothese scheint mir auf leicht erweislichen Gründen zu beruhen.

Gefäſse steigen, und es übertraf meine Erwartung, als ich bemerkte, daſs das Quecksilber sich um den Kampfer legte, und dieser in der Mitte des Metalls verschwand, wovon ich auf völlige Abwesenheit aller umgebenden Luft schlieſsen zu können glaubte. Als das Stückchen durch Klopfen auf das verschlossene Ende der Röhre wieder an der inneren Fläche derselben sichtbar wurde, und ohngefähr einen Fuſs hoch gestiegen war, machte ich eine Vorrichtung, den Apparat bequem hinzustellen, worauf etwa 15 Minuten verstrichen. Nach Verlauf dieser Zeit sah ich nach, und fand den Raum um den Kampfer erweitert, und als ich das Stückchen durch Klopfen höher bringen wollte, stieg eine (so schien es wenigstens) Luftblase, ohngefähr $\frac{1}{2}$ Cubiklinie groſs in das torricellische Vacuum. Das Quecksilber fiel etwa $\frac{1}{2}$ Linie, und ich vermuthete, daſs entweder dem Kampfer etwas Luft adhärirt haben mögte, oder daſs durch sein Aufsteigen eine kleine Quantität aus dem Quecksilber entbunden seyn könnte, wiewohl ich dasselbe mit groſser Sorgfalt ausgekocht hatte. Jede dieser Ansichten wurde bald widerlegt, denn als das Stückchen durch wiederholtes Klopfen höher stieg, wuchs abermals der Raum um dasselbe, und als es nochmals 10 Zoll gestiegen war, trennte sich wiederum ein Bläschen, wie das vorige, von demselben, und stieg für sich in die Höhe. Eben dieses erfolgte zum drittenmale, nachdem das Kampferstückchen noch 4 Zoll durchlaufen hatte, obschon in diesen höheren Theilen der Röhre kein Atom von Luft enthalten seyn konnte.

Die lezteren beyden Bläschen schienen leichter aufzusteigen, ohne Zweifel, weil die Quecksilbersäule, die sie zu durchwandern hatten, niedriger war, auch veränderte sich der Stand des Barometers nicht so merklich durch dieselben, als durch die erstere, weil das elastische Fluidum, welches sie bildete, eine geringere Dichtigkeit hatte.

Der Apparat erhielt darauf seinen Platz vor einem Fenster, dessen Richtung nach Ost-Süd Ost geht. Das Barometer zeigte 27″ 6‴,5. Cor. Th. 16° und so hoch war ohne Zweifel auch die Temperatur des Quecksilbers in der Röhre, neben welche für die Zukunft ein Thermometer mit geätzter Scale aufgehangen wurde. Diese Röhre nenne ich beständig A.

Zugleich verfertigte ich eine andere kleine Röhre, welche im Durchmesser der beschriebenen ganz gleich und oben zugeblasen war. Hierin brachte ich ein möglichst gleiches Stückchen Kampfer, und senkte sie dann mit dem offenen Ende in Quecksilber, so dafs das mit atmosphärischer Luft erfüllte Ende dem torricellischen Vacuo der Röhre A der Ausdehnung nach vollkommen gleich war. Um den Druck der Atmosphäre nicht zu vermindern, und zugleich den Einflufs der Sonnenstrahlen auf beyde Apparate ganz gleich zu machen, sperrte ich diese leztere Röhre, die ich beständig B nennen will, in einem mit Kork verstopften Zuckerglase so, dafs das Quecksilber im Glase über den mit Papier umwickelten Rand des Korkes hervorragte, und dem Niveau des Quecksilbers im Röhrchen ganz gleich war. Das Röhrchen selbst steckte in einer Oefnung

im Korke, und wurde von den Sonnenstrahlen, so weit sie nicht durch das Glas der Fensterscheiben geschwächt waren, unmittelbar getroffen.

Kaum hatte der Apparat 30 Minuten gestanden, als in der Röhre A an der nach dem Zimmer gewandten Fläche eine zahllose Menge kleiner Crystalle gebildet waren, welche aber im torricellischen Vacuo nicht höher als einen Zoll über dem Niveau des Quecksilbers sich angesetzt hatten. Um 5 Uhr verliefs ich den Apparat, und als ich um 8 Uhr nachsah, fand ich auch an der entgegengesetzten Seite einige Dutzende kleiner Crystalle gebildet; wenigstens schien mir die Sache so zu seyn. Allein ich wurde nicht wenig überrascht, als am Abend um 10 Uhr alle Crystalle von der nach dem Zimmer gekehrten inneren Fläche der Röhre an die gegenüberliegende bis zu einer Höhe von 0,75 Zoll über dem Niveau des Metalls hinübergewandert waren. Ohne Zweifel mufste dieses eine Folge der ungleichen Temperatur seyn, denn um 4 Uhr zeigte das Thermometer im Freyen im Schatten 18°, dasjenige, welches im Zimmer neben dem Apparate hing, 16°, allein Abends um 10 Uhr zeigte lezteres 13°,75, ersteres dagegen 10°,5. Das Barometer war 0,2 Lin. gestiegen, und eben so auch das Quecksilber in der Röhre A nach Schätzung. Das Röhrchen B zeigte gar keine Veränderung.

Sobald am 4ten die Strahlen der ganz heiter aufgehenden Sonne auf den Apparat zu wirken anfingen, entfernten sich die kleinen Crystalle wieder von der nach dem Fenster gekehrten inneren Fläche der Röhre, und leg-

ten sich an der entgegengesetzten an, aber sehr dicht über dem Niveau des Quecksilbers, und stiegen nicht höher als bis zu 0,75 Zoll in nach oben abnehmender Zahl. Um 7 Uhr, als die Einwirkung der Sonnenstrahlen zwey Stunden gedauert hatte, indem sie hinter einem nahen, nach Barometermessungen 582 F. über dem Spiegel der Lahn hoch gefundenen Berge aufgeht, war kaum noch ein Zehntheil der ganzen Menge an der vorigen Stelle, zugleich aber schien ihre Zahl beträchtlich vermehrt. Sie brillirten stark, aber ich wagte es nicht, ihre Crystallform durch eine Loupe zu untersuchen, weil meine Augen zufällig durch einen Schnupfen sehr angegriffen waren. Das Barometer war nochmals 0,2 Lin. gestiegen, das Quecksilber in der Röhre A aber mindestens 0,3 bis 0,4 Lin.; so dafs einige Crystalle unter das Niveau des Metalls kamen. Diese Erscheinung erklärt sich leicht aus dem Temperaturunterschiede beyder Quecksilbersäulen, denn das Thermometer des Apparats zeigte 18°, das Cor. Therm. des Barometers aber nur 16°, aber es folgt auch sehr augenfällig hieraus, wie unbedeutend geringe die Elasticität des Kampferdunstes ist, indem die Ausdehnung der wenigen Luft im torricellischen Vacuo, in Verbindung mit demselben nicht einmal die Ausdehnung des Quecksilbers zu compensiren vermogte.

Im Röhrchen B fingen um 6 Uhr zuerst kleine Crystalle an sich zu zeigen, welche ohngeachtet ihrer microscopischen Kleinheit durch die starke Brechung des Lichts kenntlich waren, und um 8 Uhr sich etwa bis zu

einem Dutzend vermehrt haben mogten. Anscheinend saſsen sie im ganzen Röhrchen bis zu einer Höhe von 2 Zoll zerstreuet, anstatt daſs sie im Röhrchen A um dieselbe Zeit völlig nach der dem Zimmer zugewandten Seite hinübergegangen waren, und von oben herab nach unten sich mehr ausbreiteten; so daſs sie dicht über dem Niveau des Quecksilbers fast die ganze Röhre bedeckten.

Um 10 Uhr war die Hitze am stärksten, indem das Thermometer 20° zeigte. Im Röhrchen A zogen sich die Crystalle immer mehr an eine Seite, so daſs sie selbst unten nicht mehr über die Hälfte des Umfangs der inneren Glasfläche hinausgingen. Zugleich wurde die schmale, belegte Fläche länger, bis sie die Länge von 1,1 Zoll erreichte, lieſs dann einen leeren Zwischenraum von etwa 3 Linien, dann folgte wieder eine belegte Fläche von gleicher Länge, und auch in der Wölbung, welche exclusive ihrer eigenen Höhe ursprünglich 2 Zoll 1,5 Lin. über dem Niveau des Quecksilbers war, hatte sich gleichfalls ein kleiner Haufen gebildet. Der Schatten, welcher anfangs durch unterbrochene Wolken abwechselnd, später durch die Dachrinne bleibend wurde, und das Thermometer auf 16° herabgehen machte, zeigte diesesmal auf den Apparat keinen merklichen Einfluſs.

Am 5ten war des Morgens bedeckter Himmel, und der Unterschied der Temperatur schien zu geringe, oder die Quantität der schon gebildeten Crystalle zu groſs, um alle nach der entgegengesetzten Seite hinüberzuführen, denn es waren von den drey beschriebenen

Flächen blofs die beyden oberen gänzlich, die untere aber nur zu einem Drittheile von Crystallen frey geworden. Was hier fehlte, safs theils gegenüber, theils aber, und zwar in noch viel gröfserer Menge auf der gewölbten Fläche des Quecksilbers. Von dem Stückchen Kampfer selbst war noch 0,25 übrig, welches sehr rauh und zerfressen schien, auch bemerkte ich zwey schwarze Spitzen, als von etwas anklebenden Lampenrufs entstanden. Das Barometer sowohl, als das Quecksilber in der Röhre waren gefallen, die Temperatur aber auf 14°,75 herabgegangen. In dem Röhrchen B konnte ich keine Veränderung wahrnehmen.

Weil das Wetter am 6ten regnerisch war, zeigten die Crystalle in der Röhre A während 24 Stunden keine Veränderung. Das Barometer, und mit ihm gleichmäfsig das Quecksilber in der Röhre war gestiegen, und diese Veränderung betrug bis zum 7ten so viel, dafs ein Theil der Crystalle ganz von dem Metalle umschlossen wurde. Es war mir interessant zu bemerken, dafs um 10 Uhr 30 Min. die starke Sonnenhitze, worin das Thermometer auf 22°,5 stieg, diese bedeckten Crystalle gar nicht veränderte, und dafs sich auch gar kein elastischer Dunst aus denselben entwickelte, ohngeachtet die sämtlichen an der nach dem Fenster gerichteten inneren Fläche frey sitzenden Crystalle sehr bald gänzlich verschwunden waren. Auch diejenigen, welche sich in der Wölbung angesetzt hatten, waren nicht mehr zu sehen. Im Röhrchen B war die Menge und die Gröfse der vorhandenen Crystalle vermehrt, dennoch aber konnte ich durch eine

Loupe von 13,5 Lin. Focal-Weite keine Crystallform an ihnen unterscheiden.

Dafs die Partikeln des Kampfers so wie es beym Eise der Fall ist, durch den Einflufs der Wärme hin und her geführt werden, war durch die bisherigen Beobachtungen völlig entschieden, aber ich wünschte diese Erscheinung noch anders zu modificiren. Ich bedeckte daher die Spitze der Röhre A mit einem kleinen Hütchen von Fliespapier, benetzte dieses mit Schwefelnaphtha, und beförderte den Luftzug im Zimmer durch Oefnen der Thüre und eines Fensters. Während einer Zeit von 1 Stunde 20 Minuten, bis die Sonne, deren Strahlen einigemale durch vorüberziehende Wolken aufgehalten wurden, hinter der Dachrinne verschwand, benetzte ich das Papier zehnmal, und bewirkte hierdurch, dafs sich in der Wölbung der Röhre eine ziemlich beträchtliche Lage Kampfer-Crystalle anlegte, während alle diejenigen gänzlich verschwanden, welche auf der krummen Fläche des Quecksilbers und an der inneren Glasfläche sich angesetzt hatten.

Am 8ten war der Himmel den ganzen Morgen mit einzelnen, aber dicken Wolken belegt, und daher häufiger Schatten als Sonnenschein. Schon am Abend vorher wanderten einige Crystalle nach der gegenüberstehenden Seite in gleicher Höhe über, während der Nacht aber wurde dieses vollständig, und es blieb unter der Wölbung nur noch ein geringer Theil, kaum $\frac{1}{20}$stel des Ganzen. Auch die Wölbung des Quecksilbers zeigte sich am Abend wieder spiegelhell, wurde aber in der Nacht wieder mit einer Lage Crystalle belegt, wel-

che es mir durch die Seitenansicht möglich machte, die Crystallform genau zu unterscheiden. Ich entdeckte daran auf das bestimmteste, sowohl durch eine Loupe, als noch mehr durch eine stark vergröfsernde Linse, dafs die Crystalle aus unregelmäfsigen, meistens aber aus sechsseitigen Blättern von geringer Dicke bestanden, welche aber häufig so auf einander geschichtet lagen, dafs sie dichte Crystalle von unregelmäfsiger Form bildeten. Im Röhrchen B vermehrten sich die Crystalle zwar gleichfalls, aber ein Hin- und Her-Wandern konnte ich nicht entdecken.

Ohngeachtet das Sonnenlicht durch einzelne Wolken unterbrochen wurde, war dennoch die Hitze ausnehmend stark, und um ihren Einflufs zu prüfen, liefs ich ein grünes Rolleau herab, wodurch die Luft zwischen diesem und dem Fenster bis 27°,5 erhitzt wurde. Die Fläche des Quecksilbers erschien bald wieder spiegelhell, das lezte Atom des gebrauchten Stückchens Kampfer war verschwunden, und hatte einen bleibenden sehr dunkel schwarzen Fleck, wie von ein wenig Lampenrufs zurückgelassen. So wie die Crystalle an der nach dem Fenster gekehrten Seite verschwanden, bildete sich in der Wölbung eine neue Lage, und diejenige wurde vermehrt, welche an der nach dem Zimmer gekehrten Seite ansafs.

In der folgenden Nacht wurde die innere Wölbung der Röhre wieder frey, und eine Menge Crystalle hatte sich auf der Wölbung des Quecksilbers und an der Seite nach dem Fenster hin angesetzt. Es war bedeckter Him-

mel, aber dennoch zeigte das Thermometer am Apparate schon um 7 Uhr 20°, und dasjenige, welches ich im Freyen hängend beobachte, 15°. Weil der Nebel fiel, und die Sonne mit wenigen Unterbrechungen hell schien, bedeckte ich die Röhre mit einem papiernen Hütchen von etwa einem Zoll Länge, ohne es jedoch zu benetzen, und liefs das Rolleau wieder herab. Nachdem die Sonne hinter der Dachrinne verschwunden war, entdeckte ich eine beträchtliche Menge Crystalle in der Wölbung der Röhre, welche am Abend sich noch ganz unverändert zeigten, am andern Morgen aber fast ganz verschwunden waren. Auch hieraus folgt also, daſs der Einfluſs des Lichtes zu der Auflösung und Bildung der Kampfer-Crystalle gar nicht erforderlich ist. Endlich brachte ich am 10ten nochmals die Hitze durch Herablassen des Rolleaus auf 30° (wenn nicht darüber, denn es folgt nicht, daſs ich den höchsten Stand des Thermometers beobachtet habe) ohne eine merkwürdige Erscheinung zu entdecken, wenn nicht etwa diese, daſs mir bey sehr groſser Hitze die ganze Summe der Crystalle merklich vermindert schien, entweder weil dieselben hierdurch an Durchsichtigkeit gewannen, und also eine optische Täuschung zum Grunde lag, oder weil die höhere Temperatur wirklich eine gröſsere Menge Kampfers im Zustande einer durchsichtigen Auflösung erhielt.

Den bisher erzählten Wechsel beobachtete ich, ohne eine neue interessante Erfahrung wahrzunehmen, noch mehrere Tage, in denen das Steigen und Fallen des Quecksilbers in der Röhre stets den Veränderungen des Barometers

proportional war, ohne daſs die Veränderung der Temperatur einen merkbaren Einfluſs zeigte. Am auffallendsten war dieses am 13ten und 14ten, als das Barometer nach einem Gewitter beträchtlich fiel, die Temperatur aber vermindert wurde, folglich das Quecksilber im Röhrchen B stieg, während es in der Röhre A fiel. Auch einige Crystalle von veränderter Form, namentlich Aeste mit Blättern von interessanter Gestalt bemerkte ich an der nach dem Fenster gekehrten Seite.

Da ohne Zweifel Luft im oberen Raume der Röhre A enthalten seyn muſste, wünschte ich die Quantität derselben wenigstens ohngefähr zu bestimmen, und schätzte sie bey horizontaler Lage der Röhre auf 0,25 Cub. Lin. Sie war ohne Zweifel aus dem Kampfer entwickelt, welchem nach den folgenden Untersuchungen eine nicht unbedeutende Menge Luft mechanisch adhärirt. Am 23ten, bis zu welcher Zeit der Apparat ohne eine merkliche Veränderung zu erleiden gestanden hatte, kochte ich die Röhre so aus, wie es bey Verfertigung eines Barometers erforderlich ist. Die zahlreichen Kampfer-Crystalle, welche an der inneren Wand des Glases saſsen, schmolzen dicht vor der Siedehitze des Quecksilbers, bildeten eine ziemlich klare, hellbräunlich schimmernde, einem Oele gleichende Flüssigkeit (*), und diese stieg theils durch ihr ge-

(*) Nach Romieu Mem. de l'Acad. de Par. 1756. p. 444. flieſst der nicht geläuterte Kampfer bey der Raffinirung wie ein Oel bey 421° F. Die Angabe der Temperatur scheint mir etwas zu geringe, denn die Quecksilberdämpfe trieben in meinem Versuche den flüssigen Kampfer immer vor sich her.

ringeres specifisches Gewicht, theils durch den Impuls der Quecksilberdämpfe almälig in der Röhre empor, ohne durch irgend ein Zeichen ein eigenes Sieden zu verrathen. Da wo das Quecksilber endigte, fand ich nachher einen grofsen Theil Kampfer in kleinen, unregelmäfsigen, einen dichten Ueberzug bildenden Blättern aufsitzen; und diese verschwanden bey der Erhitzung über Kohlen augenblicklich ohne zu schmelzen. Wenn aber die geschmolzene Masse unter dem Drucke des Quecksilbers, und von demselben umgeben erkaltete, so bildete sie eine grau-weifsliche, matt durchscheinende Masse. Die Crystalle, welche sich an den Wänden des Röhrchens B angesetzt hatten, verschwanden ohne zu schmelzen augenblicklich bey der Erhitzung über dem Feuer.

Versuch 3.

Um den erwähnten Versuch unter etwas abgeänderten Bedingungen zu wiederholen, kochte ich die Röhre sorgfältig zweymal aus, kehrte sie dann in einem Gefäfse mit Quecksilber um, schnitt ein Stück von etwa 0,75 Cub. Lin. Kampfer aus einem gröfseren klaren Stücke, heftete dasselbe auf eine stählerne Nadel, tauchte es unter das Quecksilber, drückte die mechanisch adhärirende Luft sorgfältig davon, so weit dieses geschehen konnte, und schob es dann unter die Röhre, in welcher es durch Klopfen bald in die Höhe stieg. Diesesmal entwickelte sich keine Luftblase aus demselben, aber ich konnte am andern Tage die ganze Bahn, welche es durchlaufen hatte,

durch kleine Bläschen bezeichnet unterscheiden. Die Röhre stand im Schatten in einer Temperatur von 16° — 18°, und ich konnte den torricellischen Raum für vollkommen ansehen, bis etwa auf ein Minimum von Luft, welches vielleicht in den Poren des Kampfers eingeschlossen gewesen war. Der Vergleichung wegen richtete ich auch diesesmal das Röhrchen B wie vorher wieder ein. Schon nach einer halben Stunde waren mindestens 25 Crystalle gebildet, die mit bloſsen Augen sehr gut unterschieden werden konnten, während im Röhrchen B, ohngeachtet dasselbe dem Lichte noch etwas mehr ausgesetzt stand, gar keine Spur einer Sublimation wahrzunehmen war. Nach 24 Stunden aber war die Zahl der Crystalle, die sich in der Röhre A angesetzt hatten, sehr groſs, und namentlich war die Oberfläche des Quecksilbers mit einer so starken Lage aufeinander geschichteter Blätter bedeckt, daſs dieselbe bey einer Neigung der Röhre gegen den Horizont mechanisch festgeklemmt wurde, und hängen blieb, als die Röhre wieder perpendiculär stand. Nach 48 Stunden war das ganze Stück Kampfer aufgelöset, und nicht sowohl in viele, als vielmehr in groſse Crystalle verwandelt, hätte aber auch diesesmal eine kleine Quantität der vorerwähnten schwarzen Substanz zurückgelassen. Die schnellere Sublimirung war ohne Zweifel eine Folge der gröſseren Wärme, wie sie hinter dem herabgelassenen Rolleau stattgefunden hatte; denn auch im Röhrchen B waren verhältniſsmäſsig für die kurze Zeit viele und gröſsere Crystalle gebildet.

Versuch 4.

Als ich der Röhre eine Neigung gegen den Horizont gab, zeigte sich im torricellischen Raume ein Luftbläschen von der Gröſse einer kleinen Linse nach Schätzung, und meine Hoffnung, die Erscheinung im absoluten Vacuo zu prüfen war abermals getäuscht. Um auch diese neuen Schwierigkeiten zu überwinden nahm ich die Röhre aus dem Sperr-Quecksilber und kochte sie mit Vorsicht über Kohlen so aus, daſs eine hinlängliche Quantität des geschmolzenen Kampfers an den Wänden zurückblieb, und hier erkaltete. Die Spitze der Röhre war vollkommen ausgekocht, und beym Umkehren derselben blieb der Kampfer unter dem Niveau des Quecksilbers. Es war mir eben so auffallend als interessant zu bemerken, daſs sich augenblicklich aus demselben viele kleine Bläschen entwickelten, welche langsam emporstiegen, ohne daſs das Quecksilber im mindesten herabgesunken wäre. Ob diese Bläschen aus einem kleinen Antheile atmosphärischer Luft bestanden, deren Quantität bey dem geringen Quecksilberdrucke dem Volumen nach beträchtlich groſs erscheinen und des Auskochens ungeachtet vom Kampfer zurückgehalten seyn konnte, oder durch etwas adhärirende Feuchtigkeit erzeugt wurden, oder aber, ob sich aus dem Kampfer ein eigenthümliches elastisches Fluidum bildete, wage ich nicht zu bestimmen. Gegen die lezte Erscheinung scheint der Umstand zu entscheiden, daſs die Entwikkelung dieses expansibelen Fluidi almälig aufhörte, wiewohl noch kaum ein Zehntheil des

Kampfers verflüchtigt war. Bemerkenswerth scheint mir zugleich noch dieser Umstand, daſs sich während der ganzen Reihe von Versuchen überall keine Quecksilberkügelchen im torricellischen Raume bildeten, wie ohne die Anwesenheit des Kampfers ohne Zweifel geschehen seyn würde, auch glaube ich nicht verschweigen zu dürfen, daſs die vorerwähnte, beym Verdunsten des Kampfers auch diesesmal zurückgebliebene schwarze Substanz durch das Auskochen bis ganz an das Ende der Röhre hinaufgetrieben wurde, und hier in Gestalt kurzer, sehr schwarzer Fäden, wie sie sich in einer Campane ansetzen, worin eine Räucherkerze in Sauerstoffgas verbrannt wird, am Rande des Glases sitzen blieben.

Versuch 5.

Der Apparat hatte lange gestanden, und die Crystalle, welche sich almälig im torricellischen Raume angesetzt hatten, bestanden nicht sowohl aus Blättern, als vielmehr aus einem fadenartigen Netze, welche Form so allgemein war, daſs ich sie unbedenklich diesem mehr erhitzten und geschmolzenen Kampfer wesentlich zukommend halte. Nachdem ich die Röhre gegen den Horizont geneigt hatte, entdeckte ich ein kleines Luftbläschen von nicht mehr als höchstens 0,2 Lin. Durchmesser. Ich lieſs darauf die Röhre in ihrer lothrechten Lage, und richtete den Focus eines metallenen, sehr gut gearbeiteten und noch ziemlich gut polirten Hohlspiegels von 7 Z. 10 Lin. Chorde, welcher aber nur die durch die hinlänglich kla-

ren Fensterscheiben fallenden Sonnenstrahlen auffing, gegen den Kampfer. Der Erfolg war seltsam. Wenn die Menge desselben unbeträchtlich war; so wurde er ohne weitere Aenderung verflüchtigt, und setzte sich nicht weit von der erhitzten Stelle, vorzüglich gern auf der Oberfläche des Quecksilbers wieder an; traf aber der Brennpunkt einen stark belegten Fleck; so schälte sich der Kampfer von den Wänden der Röhre los, und fiel in Lagen von 0,5 bis 1 Lin. im Durchmesser herab, nahm aber beym Erkalten seinen vorigen Platz wieder ein, in so fern man dieses daraus schliefsen konnte, dafs die kaum befreyten Stellen bald wieder bedeckt wurden. Im lezteren Falle sank das Quecksilber, aber nicht mehr, als höchstens 4 Lin. und stieg sogleich wieder, wenn die Einwirkung des Focus auf den Kampfer aufhörte.

Gelegentlich richtete ich den Brennpunkt auch auf das Quecksilber, einige Linien unter dem Niveau desselben, welches seines Glanzes ungeachtet sehr schnell ins Kochen gerieth, wobey eine Menge Bläschen entwickelt wurden und so heftig in die Höhe stiegen, dafs zahlreiche Metallkügelchen hoch empor geschleudert wurden. Die Quecksilbersäule sank hierbey nicht, wahrscheinlich weil die Dämpfe sogleich bey ihrem Eintritte in das 2,5 Zoll hohe Vacuum ihre Elasticität verloren, aber es war viel Quecksilber sublimirt, welches nachher beym abermaligen Erhitzen des Kampfers sichtbar herabfiel.

Versuch 6.

So angreifend dieser Versuch für die Augen war, welche durch die Beobachtung des Brennpunkts empfindlich afficirt wurden, und lange nachher beständig einen gelben Kreis zeigten; so beschlofs ich dennoch denselben unter etwas veränderten Umständen nochmals zu wiederholen. Deswegen kochte ich die Röhre wieder aus, und brachte 7 rund geschnittene Stückchen Kampfers mittelst einer eisernen Nadel in dieselbe. Es dauerte sicher 30 Minuten, bis sie sämtlich unter die Mündung der Röhre gebracht waren, uod dennoch stieg keines über das Niveau des Sperr-Quecksilbers, ohngeachtet dieses nur 1,25 Zoll hoch war. Durch einiges Klopfen gegen die Wölbung der Röhre stiegen sie bald empor, wobey nicht früher ein Luftbläschen gebildet wurde, als bis das erste die Mitte der Röhre erreicht hatte. Die ganze Operation, bis alle Stücke in die Höhe gestiegen waren, dauerte 45 Minuten, und das Quecksilber sank durch die sämtlichen entbundenen Luftblasen nicht mehr als 4 Zoll. Der Apparat wurde dann an seinen Platz gestellt, ich verliefs ihn Abends um 8 Uhr, sah ihn dann nicht früher wieder, als bis den andern Morgen um 6 Uhr, und erstaunte, als ich das Quecksilber in der Röhre nicht höher als 3,5 Zoll hoch fand. Der Kampfer war dem äufsern Ansehn nach noch unverändert, und schwamm theils auf der Oberfläche des Quecksilbers, theils hatten sich die Stücke oben in der Röhre festgeklemmt. Wenn es erlaubt ist, sehr unvollkommene Angaben

bey einer Berechnung zum Grunde zu legen; so würde sich diese nach Messung und Schätzung folgender Gröſsen anstellen lassen. Die Röhre hielt an Länge und Weite 26,5 und 0,1125 Zoll genau, und hatte daher als Cylinder betrachtet, so weit sie leer war, einen Inhalt von 0,264 . . . Cub. Zoll. Die Luft in derselben stand zur atmosphärischen in einem Verhältnisse der Dichtigkeit von (27,6 — 3,5) : 27,6, also von $\frac{24,1}{27,6} = 0,8913$. . . und betrug hiernach 0,235 . . . Cub. Zoll. Wenn ich nun die Quantität des Kampfers nach Schätzung zu 0,01 Cub. Zoll annehme, so muſste das Zwanzigfache des Volumens an Luft aus demselben entbunden seyn.

Auf dem einmal betretenen Wege lieſs sich aber keine Untersuchung über die eigenthümliche Art der entwickelten expansibelen Flüssigkeit anstellen, und ich versuchte es daher, nachdem die Röhre ausgeleert war, die ganze Quantität des darin befindlichen Kampfers vermittelst einer dünnen Glasröhre in der Wölbung festzudrücken, und dann auszukochen. Von welcher Beschaffenheit eine zahllose Menge Luftblasen sind, welche hierbey durch das Quecksilber in die Höhe stiegen, kann ich nicht bestimmen, und vielleicht verdient dieser Gegenstand einmal eine genauere chemische Analyse zu veranlassen. Ich richtete das Auskochen sorgfältig so ein, daſs mehr als die Hälfte des Kampfers in der Röhre blieb, und diese saſs fast sämtlich in Gestalt einer glasartigen, durchsichtigen, etwas schwärzlich tin-

girten Masse nach dem Umkehren der Röhre ohngefähr 4 Zoll unter dem Niveau des Quecksilbers an der inneren Wand der Röhre fest. Das Quecksilber schlug diesesmal klingend gegen die Wölbung der Glasröhre, woraus die Vollkommenheit der torricellischen Leere gefolgert werden konnte, welche beyläufig durch Abbrechen eines Stückes der Röhre bis auf die Länge von 1,25 Zoll verringert war.

Eine geringe Quantität Kampfer ragte über das Niveau des Quecksilbers hervor, und hieraus entstand eine Menge Blätter, welche sich in den verschiedensten Gestalten an der Fläche des Glases ansetzten, und durch die Einwirkung des Lichtes und der Wärme diesesmal also endlich im vollkommenen torricellischen Vacuo von einer Seite zur andern übergeführt wurden. Ich kann es nicht für überflüssig halten, hierbey zugleich darauf aufmerksam zu machen, dafs die Crystallform der Blätter von derjenigen, die ich früher beobachtet hatte, wesentlich verschieden war, denn so genau ich vorher Blätter, durchgehends von beträchtlicher Dicke, meistens hexagonalförmig, aber dem Anscheine nach auch trapez- rhomboidal- und pentagonal-förmig gestaltet, und in Lagen über einander geschichtet unterschieden hatte, mit eben so grofser Deutlichkeit erkannte ich jezt nur sehr dünne, längliche, selten gerade, meistens lanzettenförmig zugespitzte und wie ein Säbel oder Gartenmesser, zuweilen frappant wie ein so genanntes bistouri caché gebogene Blätter, welche mit unbewaffneten Augen betrachtet einen netzförmigen Ueberzug über die Fläche des Glases zu bilden schienen. Wahr-

scheinlich ist diese Verschiedenheit der Crystallform kein blofser Zufall, sondern eine Folge der vorhergegangenen Schmelzung des Kampfers und einer dadurch eingeleiteten Veränderung des Mischungsverhältnisses seiner Bestandtheile.

Nachdem ich mich nochmals von der Vollständigkeit des leeren Raumes durch Anschlagen des Quecksilbers gegen die Wölbung des Glases überzeugt hatte, und dieser Versuch also dafür entschied, dafs die Dünste der riechenden Substanzen, wenigstens des Kampfers, bey mittlerer Temperatur keine mefsbare Elasticität haben, suchte ich auszumitteln, welcher Grad der Erhitzung erforderlich sey, um den Kampfer in eine expansibele Flüssigkeit zu verwandeln. In dieser Absicht richtete ich den Focus des Brennspiegels gegen den gröfseren Haufen Kampfer unter dem Niveau des Quecksilbers. Hierdurch wurden einige Dunstblasen gebildet, welche zum Theil in die Höhe stiegen, allein ich konnte die ganze Quantität nicht verflüchtigen, weil das Quecksilber zwischen die Räume des Kampfers drang, und die Einwirkung des Brennspiegels hinderte. Ueberhaupt wollten die gebildeten Bläschen nicht grofs genug werden, um in die Höhe zu steigen, vermuthlich weil eine zu schwere Lage Quecksilber von beyläufig 4 Zoll Höhe darauf ruhete, und die Sonnenstrahlen an diesem Tage durch eine dunstige Atmosphäre zu sehr geschwächt wurden, um mit hinlänglicher Energie zu wirken.

Um eine gröfsere Hitze zu versuchen nahm ich den ganzen Apparat herab, und hielt ihn

in verticaler Richtung neben eine Kohlenpfanne mit stark brennenden Meilerkohlen, so dafs die Hitze blofs das Vacuum traf. Der wenige Kampfer in demselben zeigte eine gleiche Erscheinung als vorher durch den Einflufs des Brennpunktes, nämlich er wurde undurchsichtig und blendend weifs, schälte sich ab, und fiel auf die Wölbung des Quecksilbers, wobey dasselbe zugleich etwas über einen Zoll herabsank, sobald es eine Hitze erhielt, durch welche es zum Aufwallen gebracht wurde. Begreiflich konnte ich bey der starken Schwankung, worin die Quecksilbersäule gerieth, nicht unterscheiden, wieviel hiervon als Wirkung des expandirten Kampfers oder des siedenden Quecksilbers anzusehen sey. Ich setzte darauf denjenigen Theil der Röhre, welcher den dichtesten Haufen Kampfer enthielt, der stärksten Einwirkung des Feuers aus. Gleich anfangs bildeten sich einige Blasen, welche in die Höhe stiegen; dann fing der Kampfer an zu schmelzen, und bildete, wie gewöhnlich eine ölartige Substanz, stieg in dieser Form sogleich neben dem in Wallung gesetzten Quecksilber in die Höhe, und setzte sich im oberen Raume als ein starker, weifslich schimmernder Ueberzug an. Sobald ich diesen mit Kampfer stark belegten Raum erhitzte, lösete sich derselbe ab, verschwand zum Theil dem Scheine nach, zum Theil fiel er sichtbar auf das Quecksilber herab, welches dann beträchtlich niedersank, aber augenblicklich wieder stieg, sobald irgend ein Theil des oberen, stark erhitzten Endes abgekühlt wurde. Der Raum, welcher durch die nur 7 Zoll

Durchmesser haltende Kohlenpfanne erhitzt wurde, war zu klein, als daſs die ganze Quantität des Kampfers einer immer verstärkten Einwirkung des Feuers hätte ausgesetzt werden können, indeſs wurde die Erhitzung so weit getrieben, daſs das aufsteigende Quecksilber, sobald es die Wände des Glases berührte, heftig zu sieden anfing, zugleich aber wallete dasselbe, wenn es bis nahe unter den Siedepunkt erhitzt war, stark auf, wenn es eine mit Kampfer überzogene Fläche berührte, eine Folge der elastischen Flüssigkeiten, welche aus dem Kampfer dem Anschein nach entbunden wurden. Nachdem ich diese Erscheinungen lange und oft genug beobachtet hatte, lieſs ich den Apparat abkühlen, und fand den Kampfer wieder in einer dichten Lage an der inneren Wand der Röhre anliegen, das Vacuum aber um 1,5 Zoll Länge vergröſsert. Hiernach konnte also nur eine geringe Quantität irgend einer elastischen Flüssigkeit entwickelt seyn, welche wir ohne Zweifel für einen kleinen Antheil feuchter Luft zu halten haben, die durch das heftige Auskochen füglich aus dem Kampfer, noch mehr aber aus dem Quecksilber entwickelt seyn konnte. Der Kampfer bildete nachher durch den Einfluſs des Sonnenlichtes wieder eben solche lanzettenförmige Blättchen, als ich vorher beschrieben habe, jedoch waren sie noch viel zahlreicher und verschiedenartiger in ihren Gestalten.

Ehe ich zur Erzählung der weiteren Versuche übergehe, mache ich nochmals auf die allezeit aus dem frischen und niemals aus dem in der Röhre vorher geschmolzenen Kampfer

abgeschiedene schwarze Substanz aufmerksam. Meiner Meinung nach kann diese nicht wohl anders, als durch eine partielle Zersetzung des Kampfers entstanden seyn, welche durch den Einflufs des Sonnenlichtes bewirkt seyn mufs. Als Grund dieser Hypothese führe ich an, dafs die gebrauchten Stückchen Kampfer jedesmal aus gröfseren, sehr hellen und klar durchscheinenden Stücken geschnitten wurden, so dafs an zufällig anklebenden Schmutz nicht zu denken ist. Diese Behauptung ist so viel sicherer, da ich zufällig die abgeschnittenen Brocken in Weingeist schüttete, weil ich zugleich ein sogenanntes Wetterparoscop verfertigen wollte; und hierin konnte ich nachher der sorgfältigsten Beobachtung ungeachtet keine Spur von Schmutz entdecken.

Versuch 7.

Die grofse Quantität Luft, welche dem Anscheine nach beym lezten Versuche aus dem Kampfer entwickelt war, schien mir wichtig genug, um noch eine eigene Untersuchung zu veranlassen. In dieser Absicht drückte ich in eine etwa 2 Zoll lange, und 2 Lin. weite, an der Lampe zugeschmolzene Glasröhre ein Stück Kampfer mittelst eines stumpfen Hölzchens recht fest ein, gofs Quecksilber darüber, reinigte dieses mittelst eines feinen Spahns so viel wie möglich von allen an den Wänden anhängenden Luftbläschen, und hing dasselbe nebst einem sehr guten Heberbarometer unter eine Campane, deren Rand ich mit Wachs umklebte, um das Eindringen der Luft zu

verhindern. Bey einem Stande des Heberbarometers von 5 Lin. stieg das erste Luftbläschen, so groſs als der Kampfer selbst, und bey einem Stande von 2 Lin. ein etwas kleineres in die Höhe. Bey nicht ganz hellem Himmel richtete ich den Focus einer Brennlinse von 5,75 Zoll Durchmesser gegen den Kampfer, wodurch einige Blasen entbunden wurden, deren Zahl bey einem zweyten Versuche unter günstigern Umständen beträchtlich war, indem auch das Quecksilber aufwallete, und eine Quantität desselben aus dem Röhrchen geschleudert wurde, ohne daſs ich dennoch ein Steigen des Heberbarometers wahrnehmen konnte. Ein Theil des erweichten Kampfers stieg an der Wand des Glases in die Höhe, nnd ich lieſs diesen etwa 0,25 Lin. unter dem Niveau des Quecksilbers erkalten. Um dann zu versuchen, ob ein elastischer Dunst des Kampfers diesen unbedeutenden Druck zu überwinden vermögte, vorausgesetzt, daſs er wirklich existire, schrob ich den Teller mit der Campane wieder auf die Luftpumpe, und exantlirte anhaltend, ohne daſs sich irgend eine Spur eines aus diesem Kampfer aufsteigenden elastischen Fluidi zeigte.

Versuch 8.

Um die nämliche Frage auf einem etwas anderen Wege zu untersuchen, that ich 4 Stücke sehr klaren Kampfer, jedes eine bis anderthalb Erbsen groſs in ein kleines Medicinglas, füllte dasselbe mit gekochtem Wasser, stürzte es dann umgekehrt in ein anderes kleines Gläs-

chen, welches gleichfalls mit gekochtem Wasser gefüllt war, und setzte dieses unter die Campane auf die Luftpumpe. Beym Exantliren wurde aus dem Kampfer eine beträchtliche Menge Luft entwickelt, deren Quantität ich aber nicht völlig angeben kann, weil das Wasser nicht lange genug gekocht hatte, und also auch nicht völlig luftleer war, so daſs auch aus diesem einige Luftblasen aufstiegen. Ich goſs daher alles Wasser wieder ab, lieſs den Kampfer trocknen, kochte eine andere Quantität Wasser bis zur Hälfte ein, lieſs es in einem wohlverkorkten Glase erkalten, stellte dann den Apparat auf die nämliche Weise wieder her, und fand, daſs sich dann nur noch ein unmerklich kleines Luftbläschen aus dem Kampfer entwickelte. Das Vacuum konnte nicht weiter gebracht werden, als bis das Heberbarometer 8,5 Lin. zeigte, wie natürlich, da die Temperatur etwa 15° R. war, welcher nach der Tabelle in der vorigen Abhandlung 0,693... Zoll Elasticität zugehören, und es ist daher natürlich, daſs die Dünste das Wasser in dem Medicinglase herabdrückten. Beym Zulassen der Luft verschwand jederzeit der entstandene leere Raum im Medicinglase sogleich wieder, und es blieben nach fünfmaligem Exantliren und Wiederhinzulassen der Luft endlich nur zwey kleine Bläschen von etwa 0,1 und 0,05 Lin. Durchmesser unter dem Boden des Glases.

Ohne das Glas, welches den Kampfer enthielt, aus dem andern, worin es durch Wasser bis zur Höhe des nach oben gekehrten Bodens gesperrt war, herauszunehmen, stellte ich beyde in ein Fenster, wo sie von 7 bis

11 Uhr dem Sonnenlichte ausgesetzt waren. Anfangs konnte ich keinen Geruch nach Kampfer wahrnehmen, allein dieser zeigte sich bald durch die Einwirkung des Sonnenlichtes, und schien der Stärke desselben, imgleichen der Einwirkung der Wärme proportional zu seyn. Weder aus dem Wasser noch aus dem Kampfer wurde im Verlaufe von acht Tagen irgend eine elastische Flüssigkeit entbunden, vielmehr verschluckte ersteres die vorerwähnten kleinen Luftbläschen wieder, und es verdunstete almälig so viel von dem Sperrwasser, daſs sein Niveau fünf Lin. niedriger stand, als dasjenige, welches den Kampfer umschloſs. Um aber zugleich dem Einwurfe zu begegnen, daſs die Bildung des expansibelen Kampferdunstes durch das umgebende Wasser gehindert sey, schrob ich die Spitze eines feinen, krumgebogenen Glasröhrchens vorsichtig unter die Mündung des Medicinglases, und blies eine Quantität Luft hinein, welche eine Schicht von 2 Lin. dick über dem Wasser bildete, und durch die oben schwimmenden Kampferstücke berührt wurde, allein auch diese veränderte sich bloſs durch den Einfluſs der Temperatur und des äuſsern Luftdruckes. Zugleich bemerkte ich, daſs der Geruch nach Kampfer durch das aus dem Glase getriebene Wasser viel durchdringender wurde, woraus folgt, daſs dieses stärker mit Kampferpartikeln gesättigt war. Beyläufig bemerkte ich auch noch, daſs der Kampfer eine geringe Quantität Wasser eingesogen zu haben schien, indem zwey Stücke in demselben herabsanken, nachher aber von selbst wieder empor kamen. Ueberhaupt

änderte sich späterhin sein specifisches Gewicht auf eine eigenthümliche Weise, indem alle vier Stückchen regelmäfsig im Wasser untergingen, sobald die Temperatur auf genau 8° herabsank, bey der Erwärmung über 10° aber auch ohne den Einflufs des Lichtes wieder emporkamen. Auf diese fast drey Wochen ununterbrochen fortgesetzte tägliche Beobachtung mache ich die Physiker nur beyläufig aufmerksam.

Wäre das Entbinden eines elastischen Dunstes aus dem Kampfer völlig erwiesen, so liefse sich gegen diesen entscheidenden Versuch allerdings einwenden, dafs derselbe durch seine Affinität zum Wasser gebunden und in zu kleiner Quantität unsichtbar gewesen sey. Bekanntlich sieht man auch die sehr kleinen, aber zugleich zahlreichen Gasblasen nicht, welche durch verschiedene Substanzen unter Wasser entwickelt in die Höhe steigen, und erst dann sichtbar werden, wenn man ein wenig zusammengerolltes Papier oder ein kleines Hölzchen hineintaucht, woran sie sich sammeln (*). Allein einestheils ist eben die Expansibilität der riechbaren Stoffe noch gar nicht erwiesen, anderntheils hätten sich die aufsteigenden Dunstbläschen in der geraumen Zeit von acht vollen Tagen doch endlich zu einer gröfseren und sichtbaren Blase ansammeln müssen. Selbst das Auskunftsmittel, dafs der durch das Wasser gebundene Dunst nach statischen

(*) Einen instructiven Versuch dieser Art kann man mit Pottasche und Schwefelsäure anstellen. S. Parrot Grundrifs d. theor. Physik. II. 347.

Gesetzen niedergefallen sey, wird durch den fortdauernden starken Geruch des Wassers unzulässig, und es bleibt nichts anders übrig, als die Erscheinungen dieses Versuches daraus zu erklären, daſs nach bekannten Affinitätsgesetzen das Wasser eine Quantität Kampfer auflösete, und daſs diese Partikeln sich nach allen Seiten hin ausbreiteten, mithin das sämtliche Wasser durchdrangen, wodurch dann natürlicherweise eine Quantität zugleich mit dem verdunstenden Wasser der Atmosphäre zugeführt werden muſste.

Versuch 8.

Endlich glaubte ich die Frage, durch welche Temperatur und unter welchen Bedingungen der Kampfer ein für sich bestehendes permanent elastisches Fluidum bilde, durch eine entscheidende Untersuchung ausmitteln zu müssen. Ich blies mir daher aus einer Glasröhre eine kleine Retorte, in deren unteres Ende ich vor dem Biegen ein Stück Kampfer von der Gröſse einer Erbse durch einen mäſsigen, seine Form nicht eben ändernden Druck festgedrückt hatte. Nach dem Biegen und Ausziehen in eine Spitze füllte ich dieselbe mit Quecksilber, welches sogleich den Kampfer ganz überdeckte. Nicht lange nachher, als ich die so gefüllte kleine Retorte mit wieder in die Höhe gebogener Spitze noch in der Hand hielt, um einige Luftblasen aus der Biegung durch Klopfen herauszutreiben, bildeten sich nach einander drey Blasen einer expansibelen Flüssigkeit aus dem Kampfer, welche

zuerst die Quecksilbersäule etwas in die Höhe hoben, und dann, nachdem sie sich vom Kampfer losgerissen hatten, schnell in die Höhe stiegen, ohne wie gewöhnliche Luftblasen am Glase hängen zu bleiben; vielleicht weil sie hierfür zu grofs waren, wiewohl ich dieses anderen Erfahrungen nach zu glauben nicht geneigt bin. Die Summe der Blasen betrug dem Volumen nach ohngefähr doppelt so viel, als der Kampfer; sie gaben beym Aufsteigen einen Geruch nach Kampfer, und konnten so wenig nach meinem Urtheile, als nach der Ansicht meines Gehülfen, des gewandten Pharmazeuten und geübten Beobachters, H. Wiegand aus derjenigen Luft gebildet seyn, welche allen festen Körpern, also hier dem Kampfer mechanisch zu adhäriren pflegt. Ich gestehe, dafs diese auffallende Erscheinung meine ganze Aufmerksamkeit erregte. An ein Auspressen der Luft durch den mechanischen Druck des Quecksilbers ist gar nicht zu denken, wenn man die Erscheinung im Ganzen berücksichtigt; denn als die Blasen gebildet waren, hoben sie das Metall in die Höhe, so dafs dieses hierdurch mit dem Kampfer fast ganz aufser Berührung kam, und erst, als das lezte Bläschen entwichen war, bemerkte ich, dafs das Quecksilber in die Zwischenräume des Kampfers eindrang. Es bleiben daher nach meiner Ansicht nur zwey Erklärungen übrig, entweder anzunehmen, dafs der Kampfer aufser seinen allgemeinen, durch almälige Verbindung mit dem Wärmestoffe in die Luft sich zerstreuenden Bestandtheilen, (welche Veränderung man dem Sprachgebrauche nach mit Unrecht durch Ver-

dunstung bezeichnet, da der Ausdruck: Dunst, den Begriff einer expansibelen Flüssigkeit schon in sich schliefst) eine geringe Quantität einer flüchtigen Substanz enthalte, welche in dem so eben erzählten Versuche aus dem frischen Bruche des gebrauchten Stückes oder durch das Zusammenpressen desselben expandirt wurde, oder aber, dafs die atmosphärische Luft, welche sich mit dem Kampfer gern verbindet, in gewisser Menge eben so an den Kampfer gebunden sey, als sie z. B. an viele Flüssigkeiten durch die Gesetze der Affinität gebunden ist; so dafs ihr Volumen, wenn sie frey wird, das Volumen der Flüssigkeit selbst um ein Mehrfaches übersteigt, und dafs diese dem Kampfer inhärirende Luft durch das eindringende Quecksilber ausgetrieben sey, welches hierbey entweder durch mechanischen Druck (in der kleinen Retorte war es ohngefähr vier Zoll hoch) oder wahrscheinlicher durch die Gesetze einer näheren Verwandtschaft wirkte. Dafs auch leztere nicht geringe sey, zeigte das bald erfolgende Eindringen des Quecksilbers in die Zwischenräume des festgedrückten Kampfers, und der weitere Erfolg des zu erzählenden Versuches.

Nachdem die kleine Retorte so zubereitet war, sperrte ich die Spitze in einem Quecksilberapparate unter die Mündung einer Glasröhre mit ausgekocktem Quecksilber, um das entweichende elastische Fluidum rein zu erhalten und demnächst zu untersuchen. Aber diese Vorbereitungen waren vergeblich, denn der Kampfer schmolz in der Retorte über Kohlenfeuer nahe unter der Siedehitze des

Quecksilbers, die öligte Substanz stieg mit den Quecksilberdämpfen und einer aus beyden ausgetriebenen verhältnifsmäfsig geringen Menge Luft in die Biegung, blieb hier durch die Flamme einer untergehaltenen Kerze flüssig, ohne dafs ein expansibeles Fluidum gebildet wurde, welches nur bis in die Mündung der kleinen Retorte gestiegen wäre. Nach dem Erkalten hatte sich der Kampfer theils für sich allein, theils in einer grauen Masse verdichtet, die durch eine stark vergröfsernde Linse gesehen von einer unzählbaren Menge eingesprengter Quecksilberkügelchen ihre Farbe erhalten hatte, welche lezteren sich nach dem Verdunsten des Kampfers wieder vereinigten, und mit blofsen Augen als Kugeln von mefsbarem Durchmesser zum Vorschein kamen.

Versuch 9.

Nicht zufrieden mit diesem Resultate, aber noch aufmerksamer gemacht durch die allerdings seltsame Erscheinung, dafs der Kampfer wirklich flofs und anscheinend siedete (wiewohl der Einflufs des kochenden Quecksilbers eine genaue Beobachtung hinderte) ohne dafs hierbey ein expansibeles Fluidum gebildet wurde, entschlofs ich mich zu einem neuen etwas abgeänderten Versuche, welchen ich unter gleichen Umständen und mit nicht wesentlich verschiedenem Erfolge zweymal wiederholte, vornämlich um die Frage zu entscheiden, ob der Kampfer, so lange sein Mischungsverhältnifs nicht geändert ist, zwar fliefst und (wenigstens anscheinend) siedet, ohne ein expansibeles

Fluidum zu bilden. Auch die gehaltreichen Untersuchungen über das Aufwallen und Sieden der verschiedenen Oele, welche wir dem H. Heinrich (*) verdanken, wodurch er die früheren Streitigkeiten über diesen Punkt ausgeglichen, und der Frage selbst eine neue und interessante Ansicht gegeben hat, trieben mich noch mehr an, diesen Gegenstand ernstlicher zu verfolgen. Zwar wuſste ich wohl, daſs man schon früher die trockne Destillation des Kampfers vergebens versucht hat (**), allein da ich zufällig belehrt war, daſs die Erscheinungen durch vermehrten Luftdruck abgeändert werden; so faſste ich den Entschluſs, mich dieses Mittels mit gehöriger Vorsicht gegen Verletzung zu bedienen.

Ich verfertigte mir eine kleine Retorte aus einer Glasröhre, und blies dieselbe, um mehr Raum zu erhalten, in der Biegung ein wenig auf, brachte in diesen Raum ein Stück Kampfer etwa von der Gröſse einer groſsen Erbse, und zog das Ende in eine feine Spitze aus. Das untere Ende brachte ich über Kohlen bis nahe zum Dunkelrothglühen, um die Luft auszutreiben, wodurch der Kampfer aus der mittleren Wölbung ohne zu schmelzen bis nach der Spitze hin verflüchtigt wurde. Ein Theil desselben, welcher durch die Spitze drang, brannte an der Mündung ohne eigentliches Blasen völlig ruhig mit einer kleinen weiſslichen Flamme. Vermittelst einer Wachskerze schmolz ich die Spitze zu, indem der Dunst

(*) S. Phosphorescenz d. Körper. I. 188 ff.

(**) S. Klaproth und Wolf chem. Wörterb. III. 76.

zwar einigemale das glühende Glas platzen machte, aber doch meine Absicht zulezt nicht vereitelte. Sobald ich die Retorte etwas neigte, flofs von dem geschmolzenen Kampfer eine grofse Menge in den unteren, noch fast rothglühenden Theil derselben, und blieb hier wohl fünf Minuten unter stetem Aufwallen, als wenn er im heftigsten Kochen wäre, flüssig, auch setzte sich während dem in der mehr erkälteten Spitze ein nicht unbedeutender Theil weifsen Sublimats an. Um auch diesen zu schmelzen, hielt ich die Flamme einer Wachskerze unter dieselbe, worauf bald das äufserste Ende der Spitze absprang, und ein brennender Dunst mit heftigem Blasen herausfuhr, welcher mir die Haare auf der Epidermis der Hand versengte, übrigens aber wegen seiner momentanen Erscheinung die Haut weiter nicht verletzte. Es war aber bey weitem nicht die ganze Menge des Kampfers aus der Retorte entwichen, sondern ich bemerkte noch einen Theil flüssig, und eine geringe Quantität in der Spitze sublimirt. Sogleich schmolz ich die Spitze wieder zu, setzte die Erhitzung fort, aber nach einigen Minuten sprang die Spitze abermals ab, jedoch ohne heftige Explosion; es fuhr ein Dunst heraus, welcher sich aber nicht entzündete, indem er die Flamme der untergehaltenen Lampe diesesmal nicht traf, und einen eigenthümlichen und starken, vom Kampfer aber verschiedenen, Geruch verbreitete. Nachdem die Retorte herausgenommen und erkaltet war, sah man im Innern überall einen dunkelbraunen, fast schwärzlichen Ueberzug und einige kleine Tropfen eines sehr

dunkeln, stark riechenden empyrheumatischen Oels, dessen Geruch dem des oleum succini sehr ähnlich war. Die kleinen Tropfen waren, nachdem sie zwey Tage im Schatten, jedoch dem freyen Zutritte der Luft ausgesetzt, gelegen hatten, völlig verdunstet, der braune Ueberzug des Glases aber war bleidender, und verlor seinen Geruch erst nach einem Jahre.

Versuch 10.

Um diese Erscheinung noch einmal zu prüfen, und vorzüglich die Stärke des Luftdruckes genauer zu bestimmen, blies ich eine ähnliche, zwey Linien weite Röhre an einem Ende zu, und bog sie an der Schmelzlampe in einen Bogen etwas krumm, schnitt sie dann sehr gerade ab, füllte sie mit einigen Stücken, etwa drey Erbsen groſs Kampfer an, erhitzte den untern Theil über Kohlen bis nahe zum Rothglühen, verschloſs die Oefnung mit dem Finger, und lieſs den Kampfer, welcher in der Biegung der Röhre zu schmelzen angefangen hatte, in den untern Theil der Röhre laufen. Hier blieb er eine geraume Zeit der beständigen Bewegung nach zu urtheilen, im heftigsten Wallen, indem ich die Sublimation desselben dadurch vermied, daſs ich den mittleren, über die Kohlenpfanne hervorragenden Theil der Röhre vermittelst einer Kerzenflamme stark erhitzte. Von einem Blasen, durch einen elastischen Dunst bewirkt, war keine Spur wahrzunehmen, während eine nicht groſse Menge Kampfer in der Nähe des offenen, bloſs durch den Daumen verschlossenen

Endes der Röhre niedergeschlagen wurde, ohne dafs ich eine starke Hitze wahrnehmen konnte. Plötzlich aber wirkte sie mit solcher Intensität, dafs ich sogleich die Hand zu entfernen genöthigt war, wodurch die Röhre ihre Lage etwas veränderte, ohne dafs ich vorher oder bey dieser Erscheinung von einem expansibelen Dunste irgend eine Spur entdecken konnte, wenn ich gleich vermuthen mufs, dafs ein brennend heifser Dunst diese Hitze so plötzlich erzeugte.

Versuch 11.

Der Kampfer hatte nicht sehr abgenommen, aber ich schüttete dennoch aufs Neue eine Quantität hinzu, zog die Röhre in eine Spitze aus, und verfuhr wie im 9ten Vers. Als der untere Theil der Röhre bis zum Glühen erhitzt war, und der gröfste Theil des Kampfers in demselben theils anhaltend einem siedenden Oele ähnlich wallete, theils in der Spitze sublimirt war, schmolz ich die leztere zu, wobey auch der darin enthaltene Theil zu sieden schien, und gar kein Kampfer in fester Gestalt mehr in der ganzen Retorte anzutreffen war. Indem ich die Spitze durch die grofse Flamme einer Blaslampe erhitzte, platzte dieselbe ohne starke Explosion, und es trieb ein Strom elastischer Flüssigkeit heraus, welcher sich in der Lichtflamme entzündete, und vermittelst dessen man, wie mit einer Marquartschen Blaselampe hätte blasen können. Diese Erscheinung dauerte etwa acht bis zehn Secunden, und als ich auf dieselbe

meine Aufmerksamkeit richtete, wurden die Kohlen vernachlässigt, doch nicht so, dafs das Aufwallen des flüssigen Kampfers im untern Ende aufgehört hätte. Zugleich hielt ich die Lampe, um die Wirkung des Blasens besser zu beobachten, nicht mehr unter, sondern vor die Spitze der kleinen Retorte, allein das Blasen hörte des fortdauernden Aufwallens des flüssigen Kampfers ungeachtet bald auf. Durch die Flamme einer Wachskerze schmolz die feine Spitze ohne Schwierigkeit bald wieder zu, worauf ich die Intensität des Kohlenfeuers verstärkte, und auch die Spitze durch eine starke Flamme bis zum Rothglühen erhitzte, sobald ich bemerkte, dafs das Aufwallen des Kampfers einen sehr hohen Grad erreicht hatte. Weil die Spitze bald durch einen Ueberzug von Rufs undurchsichtig wurde, und der übrige Theil der Retorte mit Kohlen bedeckt war, ich aber sowohl als mein Gehülfe unsere Aufmerksamkeit auf das Verhalten der stark erhitzten Spitze gerichtet hatten; so sahen wir erst nach einigen Minuten, dafs der ganze untere Theil der Röhre schwarz und wenig durchscheinend war, ohne dafs Kampfer in derselben zu seyn schien. Sogleich nahm ich sie aus dem Feuer, und fand sie in der Länge von ohngefähr zwey Zoll ganz gleichmäfsig bis zur Dicke des doppelten Durchmessers aufgeblasen, woraus ersichtlich war, dafs sie in dieser ganzen Länge glühend gewesen seyn mufste. An einer Stelle dicht unter der Wölbung des Bodens fand sich ein Löchelchen vom Durchmesser eines Pferdehaars, und die ganze innere Fläche mit einem

Ueberzuge von empyrheumatischem Oele dünn überzogen, dessen Geruch gleichfalls dem des oleum succini sehr ähnlich war.

Hierdurch ist also sehr augenfällig der Satz bewiesen, dafs der Kampfer nur erst dann ein expansibeles Fluidum bildet, wenn er in seinen Bestandtheilen verändert, und in ein empyrheumatisches Oel gerwandelt ist, und dafs man ihn durch Erhitzung unter etwas erhöhtem Drucke leicht hierin verwandeln kann. Diese Zersetzung nimt sogleich über dem Siedepunkte des Quecksilbers ihren Anfang, wenn sie nicht schon früher eingeleitet wird, und die Verflüchtigung der gebildeten Substanz beginnt in einer Hitze, die dem Glühen des Glases nahe liegt. Hiervon überzeugte ich mich noch auf einem andern Wege. Ich glaubte nämlich die Barometerröhre, worin der Kampfer theils durch die Einwirkung des Brennspiegels, theils durch Kohlenfeuer wiederholt fliefsend gemacht war, genugsam dadurch von allen Kampferpartikeln zu reinigen, dafs ich sie mit Quecksilber stark wieder auskochte; allein so anhaltend und vollständig ich auch dieses Mittel anwandte; so wollte doch das Metall an vielen Stellen seinen vorigen Glanz nicht wieder annehmen. Anfangs glaubte ich dieses einer Schwärzung der äufsern Glaswände durch Kohlen oder Rufs zuschreiben zu müssen, als ich aber nachher diese nämliche Barometerröhre zu Versuchen mit Schwefeläther gebrauchen wollte; so bemerkte ich, dafs dieser durch eine nicht unbeträchtliche Menge aufgelöseten empyrheumatischen Oels anfangs

hell, nachher aber ganz dunkelbraun gefärbt und dickflüssig wurde (*).

Ohne auf die verschiedenen Folgerungen aufmerksam zu machen, welche aus den erzählten, mitunter schwierigen Versuchen vorzüglich auch in Hinsicht auf die Wärmeleitungsfähigkeit des leeren Raumes, oder vielmehr die Wirksamkeit des Wärmestoffes, Körper im torricellischen Vacuo zu bewegen, hervorgehen, und zu den neuesten und gehaltreichen Untersuchungen der HH. Mayer, (**) Gr. Rumford (***) und Böckmann (****) einen, wenn auch nur geringen, Beytrag liefern; so scheint es mir in Hinsicht auf die so sehr flüchtige Substanz des Kampfers nach den vielfachen und durch so sehr verschiedene Bedingungen abgeänderten Erscheinungen völlig erwiesen, daſs der Wärmestoff mit demselben unter derjenigen Temperatur, welche zur Veränderung seines Mischungsverhältnisses erfordert wird, keinen expansibelen Dunst bildet, ohngeachtet er die einzelnen Partikeln losreiſst und mit sich an kältere Orte hinüberführt, vorausgesetzt, daſs gegen die Annahme eines Wärmestoffes überhaupt nichts einzuwenden

(*) Zur Vergleichung verweise ich auf Bouillon la Grange Abhandlung über den Kampfer bey v. Crell chem. Ann. 1799. II. 301 ff., welcher denselben in Verbindung mit Thon zerlieſs, und ihn nach seinem Verhalten für ein durch Kohlenstoff verdicktes Oel hält.

(**) Gesetze und Modificationen des Wärmestoffes. Erl. 1791.

(***) S. dessen Schriften polit. öcon. und philos. Inhalts. Weimar. Gren's J. d. Ph. VII. 247. Dessen n. J. IV. 418. Gilb. Ann. I. 214. II. 249. V. 288. XVII. 213.

(****) S. Versuche über Wärmeleitung u. s. w. Carlsruhe 1812.

ist. Ob ein ähnliches Gesetz für alle festen Körper anzunehmen sey, die einen Geruch um sich verbreiten, ist zwar nicht directe erwiesen, aber wenigstens sehr wahrscheinlich. Irre ich nicht; so entdeckt sich in diesen, bisher nicht hinlänglich gewürdigten Erscheinungen ein eigenes, charakteristisches Verhalten der ihrem Wesen nach immer noch nnbekannten Potenz, die wir Wärmestoff nennen, und die Ansicht, nach welcher wir dieselbe für einen rein und ursprünglich expansibelen Stoff anzusehen pflegen, welcher diesen Zustand der Expansion allen andern Körpern mittheilt, in so weit die Cohäsion der constituirenden Bestandtheile dieses nicht hindert, mufs eben so sehr beschränkt werden, als die Vorstellung der reinen oder modificirten Dehnkraft, die sich gerade in diesem problematischen Wesen vorherrschend und im steten Conflicte mit der Kraft der gegenseitigen Anziehung aller Theile ponderabeler Körper zeigen soll. Es mufs nach allen Untersuchungen, welche sowohl in dieser, als in der vorhergehenden Abhandlung enthalten sind, allerdings fraglich scheinen, ob die Expansibilität der Dünste eine Folge des Wärmestoffes allein sey, oder aber ob nicht ganz gegen die gemeine Ansicht sie eine Folge der tropfbar flüssigen Grundlagen und dieser eigenthümlichen Qualität derselben, die wir Flüssigkeit nennen, genannt werden könne.

Es giebt keinen Körper, so viel ich weifs, dessen eigenthümliche Beschaffenheit es verstattet, völlig ähnliche Versuche zur Vergleichung und Prüfung anzustellen, als diejenigen sind, welche ich so eben erzählt habe. Das

flüchtige Laugensalz wirkt zwar stark auf die Geruchsnerven, allein es erscheint entweder als Gas, oder an Wasser gebunden, und wenn es durch Kohlenstoffsäure fest wird, hört der starke Geruch fast gänzlich auf. Die stark riechenden Substanzen, Bibergeil und stinkender Asan scheinen sich für diese Untersuchungen vorzüglich zu eignen, allein wegen des in ihnen enthaltenen ätherischen Oels, welches die riechende Substanz ausmacht, oder an welche sie gebunden ist, lassen sich keine reinen Resultate erwarten. Inzwischen hielt ich es nicht für überflüssig, das Verhalten derselben auf eine ähnliche Weise zu untersuchen, und ich erlaube mir eine kurze Erzählung der beobachteten Erscheinungen, wenn ich gleich gestehen mufs, dafs ich durch die nachfolgenden sehr unwesentlichen Versuche keine neue Entdeckung oder Ansicht gewonnen habe.

Versuch 12.

Ich liefs in eine ausgekochte Röhre mit Quecksilber eine Quantität Ammoniak, wie man dasselbe in den Offizinen käuflich erhält, so viel als im compacten Zustande ohngefähr eine kleine Erbse grofs betragen mogte, in das Vacuum aufsteigen. Schon beym Aufsteigen wurden mehrere Gasblasen entwickelt, wodurch das Quecksilber fast zwey Zoll unter seinen vorigen Stand herabfiel, dann aber seinen Stand unverändert beybehielt, indem der Wechsel der Temperatur zu unbedeutend war, als dafs er eine merkliche Ausdehnung der

Luft hätte verursachen können. Als ich nachher den Focus des Brennspiegels darauf wirken liefs, wobey inzwischen die aufgefangenen Strahlen auch diesesmal durch das Fensterglas geschwächt und zum Theil durch den Rahmen abgehalten wurden, entwickelten sich aus einzelnen Partikeln Ammoniak, welche an den Wänden der Röhre von der Gröfse einer halben bis einer ganzen Linse ruhig und ohne Entwickelung irgend einer expansibelen Flüssigkeit zum Theil dicht unter dem Niveau des Quecksilbers fast 48 Stunden gesessen hatten, so viele Gasblasen, dafs das Quecksilber noch fast zwey Zoll herabsank, und diesen Stand nach dem Erkalten beybehielt. Ich erhitzte darauf die fast völlig lothrecht gehaltene Röhre durch Kohlen bis nahe zur Siedehitze des Quecksilbers, wodurch die Quecksilbersäule bis in das Gefäfs herabsank. Beym Nachsehen bemerkte ich in der ganzen Länge der Röhre eine Menge Tröpfchen einer wässerigen Flüssigkeit, welche beym allmäligen Aufsteigen des Quecksilbers zu einem netzförmigen Ueberzuge erstarreten, wobey jedoch das Barometer abermals um fast drey Zolle unter seinem vorigen Stande zurückblieb.

Zur Vergleichung brachte ich eine hinlängliche Quantität Ammoniak unter die Campane der Luftpumpe, und exantlirte. Das Heberbarometer fiel, ohne die Einwirkung eines vorhandenen expansibelen Fluidi zu zeigen, und blieb, bey der Vortrefflichkeit der Luftpumpe zwölf Stunden unverändert stehen.

Versuch 13.

Um auf dem einmal betretenen Wege fortzufahren, brachte ich eine mit den Fingern zusammengeballete Pille sehr guten Moschus, von der Gröfse einer kleinen Erbse in den torricellischen Raum einer frisch ausgekochten Barometerröhre. Sie stieg ziemlich schnell in die Höhe, und bezeichnete, wie alle solche Körper, ihre Bahn an der inneren Wand des Glases durch eine Menge kleiner Luftblasen. Nachdem sie bis zu etwa zwey Zoll unter das Niveau des Quecksilbers gekommen war, stieg die erste Gasblase in die Höhe, und dieser folgten mehrere so schnell, dafs das Quecksilber 0,75 Zoll herabsank. Gab ich der Röhre eine schräge Richtung; so verschwand dem Anschein nach diese ganze Gasmenge völlig, indem das Quecksilber die Moschuskugel gänzlich umschlofs. Durch den Einflufs des Sonnenlichtes dehnte sich der Raum über dem Quecksilber, welcher 1,4 Zoll betrug, um 0,25 Zoll aus, und es wurde inwendig, vorzüglich in der Wölbung ein starker Ueberzug einer wasserhellen Flüssigkeit sichtbar, deren einzelne an der Glasfläche klebende Tröpfchen durch kleine Partikeln Moschus bräunlich gefärbt wurden. Auffallend war mir hierbey die Erscheinung, dafs nach Entfernung der Sonnenstrahlen und bey der Verminderung der Temperatur diese Flüssigkeit almälig vollständig und ohne irgend eine Spur zurückzulassen, wieder absorbirt wurde, ohngeachtet die entferntesten Tröpfchen über einen Zoll vom Moschuskügelchen getrennt safsen.

Durch die Einwirkung der Hitze im Brennpunkte des Spiegels wurde eine weit gröfsere Menge dieser blafsgelblichen Flüssigkeit entwickelt, zugleich aber zum Theil zersetzt, indem sie dunkeler braun wurde, und den durch Herabsinken des Quecksilbers um vier Zoll vergröfserten Raum mit Rauch erfüllte. Nach dem Erkalten blieb das Quecksilber noch 1,5 Zoll unter seinem früheren Stande, ohngeachtet während der Nacht die ganze Menge des nicht zersetzten Oels wieder absorbirt wurde. Die Einwirkung des Lichtes brachte nachher ein viel stärkeres Herabsinken des Quecksilbers hervor, als früher geschehen war, und bey diesem Verhalten der abwechselnden Entbindung und Absorbtion des ätherischen Oels blieb der Apparat, bis ich es nicht für nöthig hielt, die Beobachtungen weiter fortzusetzen.

Ein ähnlicher Versuch mit stinkendem Asand gab gånz gleiche Erscheinungen, mit Ausnahme einer viel geringeren Quantität der tropfbar flüssigen Substanz, welche sich an der inneren Glasfläche in sehr hleinen Tröpfchen ansetzte, und eine nicht so starke Depression des Quecksilbers verursachte, als beym Moschus angegeben ist. Diese Verschiedenheit ist entweder allgemein, oder hat darin ihren Grund, dafs ich zu meinem Versuche gerade ein Stück sehr trocknen und harten Asand wählte. Dafs übrigens diese Versuche mit Körpern, welche eine tropfbare Flüssigkeit in ihrer Mischung enthalten, mit denjenigen keineswegs unter eine gleiche Categorie gezogen werden können, in welcheu die Erschei-

nungen des trockenen Kampfers geprüft wurden, fällt von selbst in die Augen, und ich beschlieſse diese Abhandlung noch mit der Bemerkung, daſs ich die Untersuchungen über das Verhalten der riechenden Stoffe hinsichtlich auf die Expansibilität der riechenden Substanz keineswegs für beendigt halte, sondern überzeugt bin, daſs sie noch unter verschiedenen Modificirungen fortgesetzt und erweitert werden können.

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Muncke, Georg Wilhelm,

Physicalische Abhandlungen

Giessen 1816

Phys.g. 304
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10131607-2